



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

KLIMATIZACE KANCELÁŘÍ

AIR-CONDITIONING OF OFFICE ROOMS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jakub Taclík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Bc.Ing. Jan Fišer, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav: Energetický ústav
Student: **Bc. Jakub Taclík**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Technika prostředí
Vedoucí práce: **Bc. Ing. Jan Fišer, Ph.D.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Klimatizace kanceláří

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh a dimenzování ústředního vzduchového klimatizačního zařízení pro kancelářské prostory v nejvyšším podlaží domu. Dům se nachází v lokalitě s letní výpočtovou teplotou 30 °C a teplotou mokrého teploměru 20 °C. Pro danou lokalitu je zimní výpočtová teplota -12 °C. Dispozice objektu a stavební materiály dle dodané dokumentace

Cíle diplomové práce:

Stanovení množství větracího vzduchu. Výpočet tepelných ztrát a tepelné zátěže klimatizovaných prostor. Psychrometrický výpočet letního provozu a zimního provozu. Návrh strojovny klimatizace a distribuce vzduchu. Dimenzování vzduchovodů a ventilátorů. Rozpis materiálů. Zpracování potřebné výkresové dokumentace.

Seznam doporučené literatury:

CHYSKÝ J., HEMZAL K. a kol. Větrání a klimatizace. Technický průvodce sv. 31. BOLIT, Brno 1993.

SZÉKYOVÁ M., FERSTL K., NOVÝ R. Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006.

DRKAL F., LAIN M., ZMRHAL V. Klimatizace. ČVUT v Praze 2015.

ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu: březen 2005.

ČSN 730548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů: 1986.

ČSN 730540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin: 2005.

NAŘÍZENÍ VLÁDY 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády 68/2010 Sb. a nařízení vlády 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 10. 11. 2016



doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je návrh klimatizačního zařízení pro jedno patro kanceláří. Součástí práce je teoretická, výpočtová a návrhová část. Výpočtová část spočívá ve stanovení množství větracího vzduchu, výpočtu tepelných ztrát, tepelných zisků a psychrometrických výpočtů pro letní a zimní provoz. Na základě vypočtených hodnot jsou navrženy vzduchovody, koncové prvky a klimatizační jednotka. Diplomová práce je doplněna o rozpis materiálů a výkresovou dokumentaci.

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to design the air conditioning system for one floor of the offices. The thesis is divided into theoretical, computational and design part. The computational part consists in determining the amount of ventilation air, calculation of heat losses, heat gains and psychrometric calculations for summer and winter season. Based on the calculated values, air ducts, end-points and air-conditioning units are designed. The diploma thesis is supplemented with a list of materials and drawing documentation.

KLÍČOVÁ SLOVA

Klimatizační systémy, kanceláře, tepelná ztráta, tepelný zisk, vzduchovody, psychrometrické výpočty.

KEY WORDS

Air conditioning systems, offices, heat loss, heat gain, air ducts, psychrometric calculations.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TACLÍK, J. Klimatizace kanceláří. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 97 s. Vedoucí diplomové práce Bc. Ing. Jan Fišer, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předkládanou diplomovou práci na téma *Klimatizace kanceláří* jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce Bc. Ing. Jana Fišera, Ph.D., se znalostmi získanými během studia a s použitím odborné literatury uvedené na konci práce.

V Brně, dne 26. května 2017

.....
Bc. Jakub Taclík

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat své první vedoucí diplomové práce, paní doc. Ing. Evě Janotkové, CSC. a svému druhému vedoucímu, panu Bc. Ing. Janu Fišerovi, Ph.D. za odborné vedení a ochotu při vypracování diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Pavlu Charvátovi, Ph.D. za cenné rady a ochotu.

Děkuji také své přítelkyni Anně za trpělivost a podporu a její rodině za pomoc.

Největší poděkování patří mé rodině, která mi byla oporou a podporou v průběhu celého studia.

Obsah

Úvod	17
1 Klimatizační systémy	19
1.1 Průmyslová klimatizace	20
1.2 Komfortní klimatizace	20
1.2.1 Vzduchové systémy	21
1.2.2 Kombinované systémy	21
1.2.3 Vodní systémy	22
1.2.4 Chladivové systémy	22
2 Charakteristika budovy	23
3 Stanovení množství větracího vzduchu	25
4 Výpočet tepelných ztrát	27
4.1 Tepelné ztráty prostupem	27
4.1.1 Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	27
4.1.2 Celková tepelná ztráta prostupem	30
4.2 Tepelná ztráta větráním	30
4.2.1 Množství vzduchu infiltrací	30
4.2.2 Celková tepelná ztráta větráním	30
4.3 Celková návrhová tepelná ztráta	31
4.4 Zátopový tepelný výkon	31
4.5 Celkový návrhový tepelný výkon	31
5 Výpočet tepelné zátěže	33
5.1 Tepelné zisky od vnitřních zdrojů	33
5.1.1 Tepelné zisky od lidí	33
5.1.2 Tepelné zisky od elektronických zařízení	33
5.1.3 Tepelné zisky od ventilátoru	34
5.2 Tepelné zisky od vnějších zdrojů	34

5.2.1	Tepelné zisky prostupem okny	34
5.2.2	Tepelné zisky okny sluneční radiací	34
5.2.3	Tepelné zisky prostupem stěnou	38
5.2.4	Tepelné zisky z přívodu venkovního větracího vzduchu	39
5.3	Tepelná zátěž vázaným teplem	39
5.4	Tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem	40
5.5	Tepelná zátěž klimatizačního zařízení citelným teplem	40
5.6	Celková tepelná zátěž klimatizovaného prostoru	40
6	Psychrometrický výpočet	43
6.1	Výpočet letního provozu	43
6.2	Výpočet zimního provozu	48
7	Koncové prvky	55
7.1	Návrh koncových prvků pro přívod vzduchu	55
7.1.1	Množství přiváděného vzduchu	56
7.1.2	Výpočet vyústek na přívod vzduchu	56
7.2	Návrh koncových prvků pro odvod vzduchu	63
7.2.1	Množství odváděného vzduchu	64
7.2.2	Výpočet mřížek pro odvod vzduchu	64
7.2.3	Výpočet vyústek pro odvod vzduchu	65
7.3	Návrh koncových prvků pro exteriér	68
8	Vzduchovody	71
8.1	Návrh vzduchovodu pro přívod vzduchu	71
8.2	Návrh vzduchovodu pro odvod vzduchu	75
9	Návrh klimatizační jednotky	79
10	Návrh strojovny klimatizace	81
11	Závěr	83

ÚVOD

Myšlenkou konstrukce domů tak, aby byla zajištěna pohoda prostředí pro člověka, se zabýval již Sokrates. V minulosti existovalo pouze málo postupů, které mohly tepelnou pohodu aktivně ovlivnit. Až počátkem 20. století s rozvojem technologií chlazení založených na využití chladivových cyklů bylo umožněno budovu vytápět i chladit.

Pohoda prostředí je stav, který člověku zajišťuje zdravý pobyt a možnost tvořivé práce. Ovlivňuje ji především teplota, vlhkost, oděry, aerosoly, hluk a další škodliviny. Stav, kdy prostředí odnímá člověku právě tolik tepla, kolik produkuje bez výrazného mokrého pocení a je člověkem vnímán jako příjemný, se nazývá tepelná pohoda prostředí. Tímto stavem se zabývají technici prostředí a vytvářejí optimální tepelně vlhkostní mikroklima. Například v kancelářích, kde se uvažují vysoké tepelné zisky od elektronických zařízení, je nutné zajistit nejen tepelnou, ale celkovou pohodu prostředí. Abychom jí docílili, je důležité zabezpečit optimální teplotu, vlhkost, rychlost proudění vzduchu, střední radiační teplotu a čistotu vzduchu. Jedním ze způsobů vytvoření pohody ve vnitřním prostředí je klimatizace.

Technologie klimatizačních zařízení upravuje alespoň dvě veličiny, teplotu a vlhkost. Další vlastností klimatizace je výměna vzduchu v celém prostoru nezávisle na venkovních podmínkách.

Cílem předkládané diplomové práce *Klimatizace kanceláří* je návrh klimatizačního zařízení pro kanceláře v nejvyšším patře třípatrové budovy. Návrh zahrnuje výpočet množství venkovního větracího vzduchu, tepelných ztrát, tepelné zátěže a následné psychrometrické výpočty pro letní a zimní provoz. Na základě těchto výpočtů jsou navrženy koncové prvky, rozvody a rozměry vzduchovodů. Nedílnou součástí návrhu je také dimenzování klimatizačního zařízení a výkresová dokumentace pro realizaci systému.

1 KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY

Klimatizace je definována jako zařízení, které simultánně upravuje teplotu, vlhkost a proudění vzduchu [1].

Pokud klimatizace provádí celoročně veškeré úpravy tepelně-vlhkostního stavu prostředí a čistoty vzduchu na požadované parametry, nazýváme ji klimatizací úplnou. Dílčí klimatizace upravuje vnitřní prostředí jen částečně, např. upravuje teplotu pomocí chlazení v letním období [2].

Jednou z hlavních částí klimatizace jsou ohřívače a chladiče, kde se přiváděný vzduch upravuje na požadovanou teplotu. Ohřívače se dělí na vodní, parní, elektrické a chladičové. Nejčastěji používané jsou vodní ohřívače, a to s výměníkem voda-vzduch. Teplonosným médiem je voda s teplotním spádem např. 55/45 °C. Vzduch se ohřívá za konstantní měrné vlhkosti a dochází pouze ke změně entalpie, resp. teploty. Vodní ohřívače se regulují buď kvalitativně, kdy se mění jejich teplota, ale průtok vody je konstantní, nebo kvantitativně, kdy se mění průtok vody, ale konstantní je teplota. Situaci si lze představit tak, že do výměníku je přiváděna voda, kolem které proudí vzduch, který se přes teplosměnnou plochu ohřívá a tím dochází k ochlazení vody. V průmyslu se v některých aplikacích používá k ohřevu sytá nebo mírně přehřátá pára, pokud je v daném provozu k dispozici.

Další důležitou částí jsou zvlhčovače, které slouží především k úpravě vlhkosti. Jsou buď parní, nebo adiabatické pračky. Parní vlhčení probíhá po konstantní teplotě. Při vlhčení adiabatickou pračkou se mění jak vlhkost vzduchu, a klesá jeho teplota. Proces vlhčení vzduchu adiabatickou pračkou si lze představit tak, že se do přiváděného vzduchu rozstřikují malé kapičky vody, které se ve vzduchu odpaří a tím zvyšují jeho vlhkost. Energie nezbytná pro odpaření kapiček se odebírá ze vzduchu, v důsledku čehož klesá jeho teplota, avšak nemění se jeho entalpie.

Poslední nedílnou součástí klimatizačních zařízení jsou filtry, které slouží k zachycování škodlivin, které mohou být plynné, kapalné, nebo tuhé. Filtry snižují koncentraci škodlivin přiváděného i odváděného vzduchu pod limity danými hygienickými požadavky. V závislosti na požadavku kvality vzduchu mohou mít filtry několik stupňů filtrace. Pro odlučování hrubých částic používáme filtry G1 až G4, pro jemné částice F5 až F9. Pro vysokou účinnost filtrace se používají HEPA filtry označené H10 až H14 a ULPA označené U15 až U17. Běžně používané filtry jsou třídy G1 až F9. Pokud chceme zajistit, aby se nedostaly do klimatizovaného prostoru mikroorganismy, je nutné použít filtr nejméně třídy F7. Filtry se časem zanášejí a zvyšují tím tak svou tlakovou ztrátu, proto se na filtr umísťuje snímač tlakové difference, pomocí něhož lze detekovat zanesení filtru v důsledku vzrůstu jeho tlakové ztráty.

Každá klimatizační jednotka je vybavena ventilátorem, který slouží k dopravě vzduchu do prostoru. Ventilátor musí být navržen tak, aby pokryl tlakové ztráty klimatizačního zařízení, potrubí a distribuce vzduchu do větraného prostoru. Dělíme je na radiální, axiální, diagonální a diametrální. Nejčastěji používané jsou ventilátory radiální. Vzduch se nasává v axiálním směru otáčením oběžného kola. Výtlak probíhá v ose kolmé na osu rotace.

Součástí klimatizačního zařízení může být zpětné získávání tepla (ZZT). ZZT je zařízení, které využívá teplo obsažené v odpadním vzduchu a předává ho přiváděnému vzduchu. Nejčastější druhy výměníků jsou rekuperační a regenerační. Rekuperační výměník předává teplo přes teplosměnnou plochu výměníku,

kde se odváděný a přiváděný vzduch kříží. Regenerační výměníky jsou vybaveny rotačním prvkem (např. stočený plech), který do sebe naakumuluje teplo z odváděného vzduchu. Jelikož tento prvek rotuje, při otočení do proudu přiváděného vzduchu se předává naakumulované teplo do vzduchu. Nevýhodou regeneračních výměníků je možnost, že se do přiváděného vzduchu dostanou škodliviny z odváděného vzduchu.

Klimatizační jednotky mohou také obsahovat směšovací komoru, která slouží k směšování venkovního a oběhového vzduchu. Výsledný stav obou mísících proudů je dán tepelnou a vlhkostní bilancí. Poměr směšování obou stavů vzduchu ve směšovací komoře se reguluje pomocí klapek ovládaných nejčastěji servopohonem. Pokud není potřeba větrat, klapky uzavřou přívod čerstvého vzduchu a prostor se vytápí pouze oběhovým vzduchem. Naopak pro intenzivní provětrávání proudí vzduch do větrané místnosti obtokem [3].

Takto upravený vzduch se dopravuje pomocí čtyřhranných nebo kruhových vzduchovodů. Jako příslušenství jsou do vzduchovodů umístěny regulační a uzavírací orgány, regulátory konstantního průtoku a požární klapky. Pro přívod vzduchu do klimatizované místnosti slouží vyústky, které mohou být nástěnné nebo stropní. Z estetického hlediska se do kanceláří nejčastěji instalují anemostaty nebo velkoplošné vyústky, ze kterých lze sestavit perforovaný strop. Podle místa použití dělíme klimatizační zařízení na průmyslové a komfortní [4].

1.1 PRŮMYSLOVÁ KLIMATIZACE

Jako určující termodynamické veličiny pro technologické procesy se uvádí zpravidla pouze teplota vzduchu a relativní vlhkost vzduchu. Pro mnohá zařízení platí požadované hodnoty trvale celoročně a to ve velmi úzkém tolerančním pásmu [2].

Například v textilním, dřevařském nebo papírenském průmyslu, kde se klade důraz na vlhkost. V potravinářském nebo chemickém průmyslu je častým požadavkem kvalita čistého vzduchu.

1.2 KOMFORTNÍ KLIMATIZACE

Komfortní klimatizace upravuje prostředí pro dodržení hygienických podmínek (pro pobyt osob). Je určena pro obytné prostory, pro prostory pobytové i pro prostory pracovní nevýrobní, např. kanceláře a je vždy spojena s přívodem čerstvého venkovního vzduchu [2]. Dále pak zajišťuje optimální tepelně vlhkostní mikroklima a distribuci přiváděného vzduchu.

Podle teplotnosného media, kterým bývá nejčastěji vzduch, voda nebo chladivo se klimatizační systémy rozdělují na vzduchové, kombinované, vodní a chladivové.

1.2.1 VZDUCHOVÉ SYSTÉMY

U vzduchových systémů je nositelem tepla a vlhkosti vzduch. Používá se tam, kde jsou kladeny vysoké nároky na vnitřní prostředí. Vzduchové systémy dělíme na ústřední a zónové. U ústředních vzduchových systémů se úprava vzduchu provádí ve strojovně a do všech místností vzduch o stejných parametrech. Tyto systémy jsou



Obr. 1.1 - Klimatizační jednotka [6]

nízkotlaké, jednokanálové a používají se tam, kde jsou v jednotlivých klimatizovaných místnostech stejné požadavky na úpravy vzduchu. U zónových vzduchových systémů se před každou místností (zónou) provádí doplňková úprava vzduchu. Tyto se dále dělí na vysokotlaké, jednokanálové s proměnným průtokem vzduchu a vysokotlaké dvoukanálové. U dvoukanálových systémů se vzduch upravuje ve strojovně na dva stavy a před každou místností je směšovací

komora, která podle termostatu umístěného v místnosti řídí směšování. Používáme je tam, kde jsou kladeny různé požadavky na vnitřní prostředí jednotlivých zón. Nevýhodou vzduchových systémů jsou velké průtoky vzduchu z důvodu malé tepelné kapacity vzduchu [5].

1.2.2 KOMBINOVANÉ SYSTÉMY

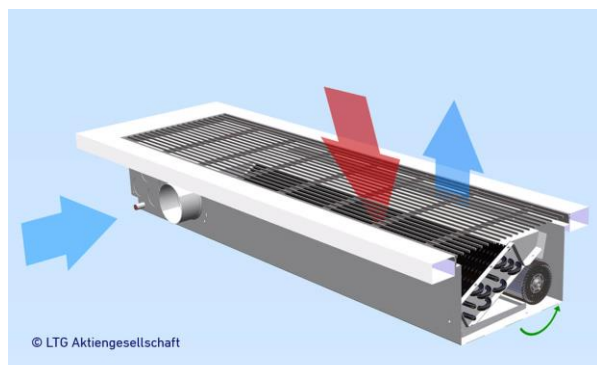
Hlavním nositelem tepla a chladu je voda. Primární vzduch se upravuje ve strojovně vzduchotechniky, který se kruhovým potrubím rozvádí pod vysokým tlakem do indukčních jednotek umístěných na stropě viz obr. 1.2, pod oknem nebo podlahou. Jedna strojovna může zajišťovat deset podlaží nad a pod strojovnou. Indukční jednotka si ejekčním účinkem přisává sekundární vzduch z místnosti, který prochází přes ohřívač, chladič nebo obtokem. Směr průtoku vzduchu je řízen klapkami. Regulace topného výkonu se provádí na straně vody [4]. Nejčastěji se používá pro vysoké budovy s velkou tepelnou zátěží [7].



Obr. 1.2 - Stropní indukční jednotka [8]

1.2.3 VODNÍ SYSTÉMY

Hlavním nositelem tepla a chladu je zde voda. Rozvody teplé a chladné vody jsou připojeny na fan-coily. Mohou být v podokenním, stropním nebo podlahovém



Obr. 1.3 - Podlahový fan-coil [9]

provedení viz obr. 1.3. Fan-coil nasává oběhový vzduch z místnosti a čistý vzduch pomocí otvoru ve fasádě. Přiváděný vzduch do místnosti pomocí ventilátoru prochází přes ohřívač nebo chladič. Nevýhodou použití vodního systému je nasávání znečištěného vzduchu z venkovního prostředí a hluku od ventilátoru. Reguluje se průtokem teplé nebo chladné vody, otáčkami ventilátoru nebo termostatem

umístěném v místnosti [4].

1.2.4 CHLADIVOVÉ SYSTÉMY

Chladivové systémy fungují jako samostatné klimatizační jednotky okenní nebo mobilní a dělené chladivové systémy. Jako teponosné medium se zde používá chladivo (převážně R410A). Samostatné klimatizační jednotky jsou vybaveny filtrem, ventilátorem poháněným elektromotorem, chladícím kompresorem, výparníkem a kondenzátorem. Dělené chladivové systémy se také nazývají jako split systémy. Split systémy dělíme na monosplit, multisplit a VRF (Variable Refrigerant Flow). Splitové systémy mají vnitřní a venkovní jednotku, nejčastěji umístěnou na fasádě nebo na střeše objektu. Vnitřní jednotka umístěná v klimatizovaném prostoru je vybavena výparníkem a ventilátorem. Venkovní jednotka je vybavena kondenzátorem chlazeným vzduchem, chladícím kompresorem a expanzním ventilem. Jedna venkovní jednotka může být napojena až na pět vnitřních jednotek (multisplit). Systémy mající čtyřcestným ventil mohou v zimě topit, jsou takzvaně reverzibilní. V poslední době se rozšiřuje multisplit systém s proměnným průtokem chladiva, který umožňuje napojit až šedesát-čtyři vnitřních jednotek. Další výhodou takzvaných VRF systémů je možnost použití některých jednotek k chlazení a jiných k topení. Vnitřní jednotky jsou ve stěnovém, viz obr. 1.4, podstropním, stropním nebo parapetním provedení [10].



Obr. 1.4 - Vnitřní nástěnná jednotka [11]

2 CHARAKTERISTIKA BUDOVY

Diplomová práce řeší klimatizaci jednoho patra kanceláří pro projektovou činnost. Kanceláře se nachází v nejvyšším podlaží budovy. Ze zadání uvažujeme se zimní výpočtovou teplotou $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, letní výpočtovou teplotou $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a teplotou mokrého teploměru $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Všechny klimatizované místnosti s výjimkou plotrovny jsou na jižní, východní a západní straně objektu.

Okna byla zvolena otvíravá, s dvojitým sklem a s vnějšími žaluziemi. Střecha byla zadána jako plochá. Obvodové zdi jsou z tvárnic Heluz s tloušťkou 440 mm a vnitřní zdi 250 mm. Budova je zateplena polystyrenem tloušťky 100 mm. Konstrukční výška podlaží je 4 m a světlá výška je 3 m. V celém patře byl proveden podhled vysoký 0,54 m. Podrobnější informace o místnostech jsou v tabulce 2.1. Půdorys podlaží je v příloze výkresové dokumentace.

Tab. 2.1 - Údaje o místnostech

Označení místnosti		Vnitřní výpočtová teplota θ_{int}	Plocha místnosti A_i	Objem místnosti V_i	Klimatizováno
		[$^{\circ}\text{C}$]	[m^2]	[m^3]	
K01	WC - muži	20	9,06	27,18	Ne
K02	WC - ženy	20	13,86	41,58	Ne
K03	Schodiště	15	21,47	64,41	Ne
K04	Plotrovna	20	21,29	63,87	Ano
K05	Strojovna	15	21,48	64,44	Ne
K06	Kancelář	20	13,26	39,78	Ano
K07	Kancelář	20	13,26	39,78	Ano
K08	Kancelář - sekretářka	20	13,26	39,78	Ano
K09	Kancelář - ředitel	20	23,12	69,36	Ano
K10	Zasedací sál	20	39,34	118,02	Ano
K11	Kuchyňka	20	12,87	38,61	Ne
K12	Kancelář	20	20,38	61,14	Ano
K13	Kancelář	20	20,38	61,14	Ano
K14	Chodba	15	89,19	267,57	Ne

3 STANOVENÍ MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU

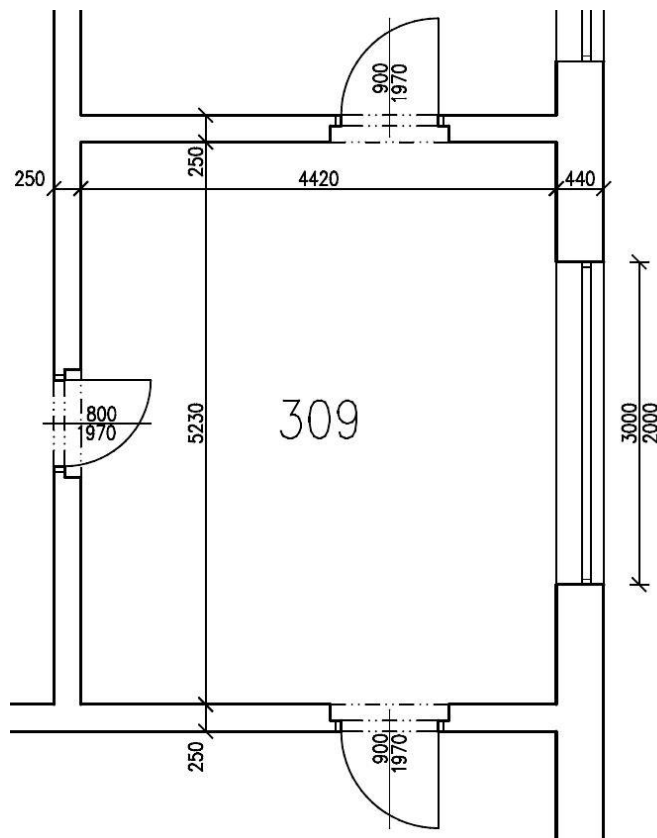
Množství větracího vzduchu je dáno nařízením vlády č. 361/2007 Sb. [12], kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, kde se udává minimální množství $25 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{os.}$ Pro komfortní pohodlí osob, předpokladu vysokých tepelných zisků od elektronických zařízení a po konzultacích s vedoucím diplomové práce volíme množství venkovního větracího vzduchu $50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{os.}$ Dále předpokládáme pro nepravidelně využívaný zasedací sál s $25 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{os}$ větracího vzduchu a $50 \text{ m}^3/\text{h}$ pro plotrovnu z důvodu vzniku škodlivin z kopírovacích zařízení a nadměrných tepelných zisků.

Tab. 3.1 - Množství větracího vzduchu

Označení místnosti		Počet osob	Množství vzduchu \dot{V}_{min}	Objem místnosti V_i	Intenzita výměny vzduchu n
		-	$[\text{m}^3/\text{h}]$	$[\text{m}^3]$	$[\text{h}^{-1}]$
K04	Plotrovna	0	50	63,87	0,8
K06	Kancelář	1	50	39,78	1,3
K07	Kancelář	1	50	39,78	1,3
K08	Kancelář - sekretářka	1	50	39,78	1,3
K09	Kancelář - ředitel	1	50	69,36	0,7
K10	Zasedací sál	10	250	118,02	2,1
K12	Kancelář	2	100	61,14	1,6
K13	Kancelář	2	100	61,14	1,6
Celkem		18	700	-	-

4 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Pro výpočet tepelných ztrát byla použita zjednodušená metoda podle normy ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu [13]. Vzorový výpočet tepelných ztrát byl proveden pro místnost K09 – kancelář ředitele, viz obr. 4.1.



Obr. 4.1 - Kancelář ředitele

4.1 TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

4.1.1 CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

$$H_{T,i} = \Sigma_k \cdot f_k \cdot A_k \cdot U_k \quad 4.1$$

kde: $H_{T,i}$ návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (W/K)
 f_k teplotní korekční činitel pro stavební část při uvažování rozdílu teploty uvažovaného případu a výpočtové venkovní teploty (-)
 A_k plocha stavební části (m²)
 U_k součinitel prostupu tepla stavební části (W/m²·K)

Stěna vnější, zateplená

$$H_{T,ie} = f_k \cdot A_k \cdot U_k \quad 4.2$$

$$H_{T,ie} = 1 \cdot 15,92 \cdot 0,12$$

$$H_{T,ie} = 1,91 \text{ W}$$

kde: $H_{T,ie}$ součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí (W/K)
 f_k teplotní korekční činitel; volíme z normy [13] a tab. č. D.11 pro tepelnou ztrátu přímo do vnějšího okolí s tepelnými mosty tepelně izolovanými hodnotu 1 (-)
 A_k plocha stavební části; vypočteno 15,92 m²
 U_k součinitel prostupu tepla stavební části; pro obvodovou zeď se zateplením je 0,12 W/m²·K

Tab. 4.1 - Součinitelé prostupu tepla

Materiál	Tloušťka konstrukce d	Tepelná vodivost λ	Tepelný odpor konstrukce R	Součinitel prostupu tepla U
	[m]	[W/m·K]	[m ² ·K/W]	[W/m ² ·K]
Omítka vápenná	0,015	0,88	0,017	58,82
Heluz Family 44	0,44	0,084	5,238	0,19
Pěnový polystyren	0,1	0,04	2,5	0,40
Omítka perlitová	0,015	0,1	0,15	6,67
Celkem	0,57	1,104	7,905	0,12

Stěna vnitřní (do chodby)

$$H_{T,ij} = f_k \cdot A_k \cdot U_k \quad 4.3$$

$$H_{T,ij} = 0,8 \cdot 20,34 \cdot 1,005$$

$$H_{T,ij} = 16,35 \text{ W}$$

kde: $H_{T,ij}$ součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do prostoru s jinou teplotou (W/K)
 f_k teplotní korekční činitel; volíme z normy [13] a tab. č. D.11 pro tepelnou ztrátu do nevytápěného prostoru s tepelnými mosty tepelně izolovanými hodnotu 0,8 (-)
 A_k plocha stavební části; vypočteno 20,34 m²
 U_k součinitel prostupu tepla stavební části; zadáno pro vnitřní zeď 1,005 W/m²·K

Okno

$$H_{T,ie} = f_k \cdot A_k \cdot U_k \quad 4.2$$

$$H_{T,ie} = 1 \cdot 6 \cdot 1,2$$

$$H_{T,ie} = 7,2 \text{ W}$$

kde: $H_{T,ie}$ součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí (W/K)
 f_k teplotní korekční činitel; volíme z normy [13] a tab. č. D.11 pro tepelnou ztrátu přímo do vnějšího okolí s tepelnými mosty tepelně izolovanými hodnotu 1 (-)

- A_k plocha stavební části; vypočteno 6 m²
 U_k součinitel prostupu tepla stavební části; zadáno pro okno s dvojitým sklem hodnota 1,2 W/m²·K

Dveře vnitřní (do chodby)

$$H_{T,ij} = f_k \cdot A_k \cdot U_k \quad 4.3$$

$$H_{T,ij} = 0,8 \cdot 1,576 \cdot 2$$

$$H_{T,ij} = 2,52 \text{ W}$$

- kde: $H_{T,ij}$ součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do prostoru s jinou teplotou (W/K)
 f_k teplotní korekční činitel; volíme z normy [13] a tab. č. D.11 pro tepelnou ztrátu do nevytápěného prostoru s tepelnými mosty tepelně izolovanými hodnotu 0,8 (-)
 A_k plocha stavební části; vypočteno 1,57 m²
 U_k součinitel prostupu tepla stavební části; zadáno pro vnitřní dveře 2 W/m²·K

Střecha plochá

$$H_{T,ie} = f_k \cdot A_k \cdot U_k \quad 4.2$$

$$H_{T,ie} = 1 \cdot 23,12 \cdot 0,16$$

$$H_{T,ie} = 3,7 \text{ W}$$

- kde: $H_{T,ie}$ součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí (W/K)
 f_k teplotní korekční činitel; volíme z normy [13] a tab. č. D.11 pro tepelnou ztrátu přímo do vnějšího okolí s tepelnými mosty tepelně izolovanými hodnotu 1 (-)
 A_k plocha stavební části; vypočteno 23,12 m²
 U_k součinitel prostupu tepla stavební části; zadáno pro střechu 0,16 W/m²·K

Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem

$$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,ij} \quad 4.4$$

$$H_{T,i} = 1,91 + 16,35 + 7,2 + 2,52 + 3,7$$

$$H_{T,i} = 31,68 \text{ W/K}$$

- kde: $H_{T,i}$ návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (W/K)
 $H_{T,ie}$ součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí (W/K)
 $H_{T,ij}$ součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do prostoru s jinou teplotou (W/K)

4.1.2 CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM

$$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad 4.5$$

$$\Phi_{T,i} = 31,68 \cdot (20 - (-12))$$

$$\Phi_{T,i} = 1013,76 \text{ W}$$

kde: $\Phi_{T,i}$ návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (W)
 $H_{T,i}$ součinitel tepelné ztráty prostupem (W/K)
 $\theta_{int,i}$ vnitřní výpočtová teplota (°C)
 θ_e venkovní výpočtová teplota (°C)

4.2 TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM

4.2.1 MNOŽSTVÍ VZDUCHU INFILTRACÍ

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad 4.6$$

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot 69,3 \cdot 2 \cdot 0,01 \cdot 1,2$$

$$\dot{V}_{inf,i} = 3,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

kde: V_i vnitřní objem místnosti (m³)
 n_{50} intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy a zahrnující účinky přívodů vzduchu; volíme z normy [13] a tab. č. D.7 hodnotu 2 h⁻¹
 e_i stínící činitel; volíme z normy [13] a tab. č. D.8 pro velké zastínění hodnotu 0,01 (-)
 ε_i výškový korekční činitel, který zohledňuje zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země; volíme z normy [13] a tab. č. D.9 hodnotu 1,2 (-)

4.2.2 CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{inf,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad 4.7$$

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot 3,3 \cdot (20 - (-12))$$

$$\Phi_{V,i} = 35,9 \text{ W}$$

kde: $\Phi_{V,i}$ tepelná ztráta větráním (W)
 $\dot{V}_{inf,i}$ množství vzduchu infiltrací (m³/h)
 $\theta_{int,i}$ vnitřní výpočtová teplota (°C)
 θ_e venkovní výpočtová teplota (°C)

4.3 CELKOVÁ NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA

$$\begin{aligned}\Phi_i &= (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \\ \Phi_i &= (1013,76 + 35,9) \cdot 1 \\ \Phi_i &= 1049,66 \text{ W}\end{aligned}\tag{4.8}$$

kde: Φ_i celková návrhová tepelná ztráta (W)
 $\Phi_{T,i}$ návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (W)
 $\Phi_{V,i}$ návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru (W)
 $f_{\Delta\theta,i}$ teplotní korekční činitel zohledňující dodatečné tepelné ztráty místností vytápěných na vyšší teplotu než mají sousední vytápěné místnosti; volíme z normy [13] a tab. č. D.7.3 hodnotu 1 (-)

4.4 ZÁTOPOVÝ TEPELNÝ VÝKON

$$\begin{aligned}\Phi_{RH,i} &= A_i \cdot f_{RH} \\ \Phi_{RH,i} &= 23,1 \cdot 9 \\ \Phi_{RH,i} &= 207,9 \text{ W}\end{aligned}\tag{4.9}$$

kde: $\Phi_{RH,i}$ zátopový tepelný výkon (W)
 A_i podlahová plocha vytápěného prostoru; vypočteno 23,1 m²
 f_{RH} zátopový součinitel závislý na druhu budovy, stavební konstrukci, době zátopu a předpokládaném poklesu vnitřní teploty během útlumu vytápění; volíme z normy [13] a tab. č. D.10a hodnotu 9 W/m²

4.5 CELKOVÝ NÁVRHOVÝ TEPELNÝ VÝKON

$$\begin{aligned}\Phi_{HL,i} &= \Phi_i + \Phi_{RH,i} \\ \Phi_{HL,i} &= 1049,6 + 207,9 \\ \Phi_{HL,i} &= 1257,56 \text{ W}\end{aligned}\tag{4.10}$$

kde: $\Phi_{HL,i}$ celkový návrhový tepelný výkon (W)
 $\Phi_{RH,i}$ zátopový tepelný výkon (W)
 Φ_i celková návrhová tepelná ztráta (W)

Hodnoty návrhového tepelného výkonu pro klimatizované místnosti jsou v tab. 4.2. Podrobný výpočet všech místností je v příloze 1 na konci práce.

Tab. 4.2 - Tepelné ztráty pro klimatizované místnosti K04 - K12

Označení místnosti		Tepelný výkon - pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$	Tepelný výkon - pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$	Návrhový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$
		[W]	[W]	[W]
K04	Plotrovna	2187	0	2378
K06	Kancelář	722	21	862
K07	Kancelář	631	21	771
K08	Kancelář - sekretářka	631	21	771
K09	Kancelář - ředitel	1014	36	1258
K10	Zasedací sál	1921	123	2399
K12	Kancelář	1351	32	1566
K13	Kancelář	963	32	1179
Celkem		9420	286	11184

5 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

Pro výpočet tepelné zátěže byla použita norma ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů [14]. Vzorový výpočet tepelné zátěže byl proveden pro místnost K09 – kancelář ředitele, viz obr. 4.1.

5.1 TEPELNÉ ZISKY OD VNITŘNÍCH ZDROJŮ

5.1.1 TEPELNÉ ZISKY OD LIDÍ

$$\dot{Q}_l = 0,1 \cdot \dot{Q}_c \cdot (36 - t_i) \cdot i_l \quad 5.1$$

$$\dot{Q}_l = 0,1 \cdot 62 \cdot (36 - 26) \cdot 1$$

$$\dot{Q}_l = 62 \text{ W}$$

kde: \dot{Q}_l tepelný zisk od lidí (W)
 \dot{Q}_c citelné teplo; volíme z normy [14] a tab. č. 6 pro člověka sedícího, mírně aktivního a teplotu 26 °C hodnotu 62 W
 i_l počet lidí (-)
 t_i vnitřní výpočtová teplota; zadáno 26 °C

Ženy a děti produkují méně citelného tepla než muži, proto pokud jsou v uvažovaném klimatizovaném prostoru ženy a děti, provede se přepočít na ekvivalentní počet:

$$i_l = 0,85 \cdot i_z + 0,75 \cdot i_d + i_m \quad 5.2$$

kde: i_l počet lidí (-)
 i_z počet žen (-)
 i_d počet dětí (-)
 i_m počet mužů (-)

5.1.2 TEPELNÉ ZISKY OD ELEKTRONICKÝCH ZAŘÍZENÍ

$$\dot{Q}_e = c_1 \cdot c_3 \cdot \sum P \quad 5.3$$

$$\dot{Q}_e = 0,9 \cdot (0,9 \cdot (240 + 65))$$

$$\dot{Q}_e = 247,05 \text{ W}$$

kde: \dot{Q}_e tepelný zisk od elektronických zařízení (W)
 c_1 součinitel současnosti; volíme 0,9 (-)
 c_3 průměrné zatížení; volíme 0,9 (-)
 P příkon zařízení; volíme pro notebook 65 W [15] a pro stolní počítač + 2xLCD monitor 240 W [16]

5.1.3 TEPELNÉ ZISKY OD VENTILÁTORU

$$\dot{Q}_v = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p}{\eta_v \cdot \eta_m} \quad 5.4$$

$$\dot{Q}_v = \frac{50}{3600} \cdot \frac{500}{0,55 \cdot 0,8}$$

$$\dot{Q}_v = 15,26 \text{ W}$$

kde: \dot{Q}_v tepelný zisk od ventilátoru (W)
 \dot{V} průtok vzduchu ventilátorem; pro jednu osobu 50 m³/h
 Δp celkový tlak ventilátoru; volíme 500 Pa
 η_v účinnost ventilátoru; volíme pro radiální ventilátor 0,55 % [17]
 η_m účinnost elektromotoru; volíme pro EC motor 80 % [18]

5.2 TEPELNÉ ZISKY OD VNĚJŠÍCH ZDROJŮ

5.2.1 TEPELNÉ ZISKY PROSTUPEM OKNY

$$\dot{Q}_{Ok} = k_O \cdot S_O \cdot (t_e - t_i) \quad 5.5$$

$$\dot{Q}_{Ok} = 1,2 \cdot (3 \cdot 2) \cdot (30 - 26)$$

$$\dot{Q}_{Ok} = 28,8 \text{ W}$$

kde: \dot{Q}_{Ok} tepelný zisk prostupem okny (W)
 k_O součinitel prostupu tepla oknem; zadáno 1,2 W/m²·K
 S_O plocha okna; vypočteno 6 m²
 t_e venkovní výpočtová teplota; z normy [14] a tab. č. 2. pro 15 hodin je 30 °C

5.2.2 TEPELNÉ ZISKY OKNY SLUNEČNÍ RADIACÍ

Sluneční deklinace

Z normy [14] a tab. č. 3. pro měsíc červenec:

$$\delta = 20,4^\circ$$

Výška slunce nad obzorem

Z normy [14] a tab. č. 4. pro 50° severní šířky, 15 hodin a měsíc červenec:

$$h = 44^\circ$$

Sluneční azimut

Z normy [14] a tab. č. 4. pro 50° severní šířky, 15 hodin a měsíc červenec:

$$a = 246^\circ$$

Délka stínu v okenním otvoru

$$e_1 = d \cdot \tan(a - \gamma) \quad 5.6$$

$$e_1 = 0,23 \cdot \tan(246 - 180)$$

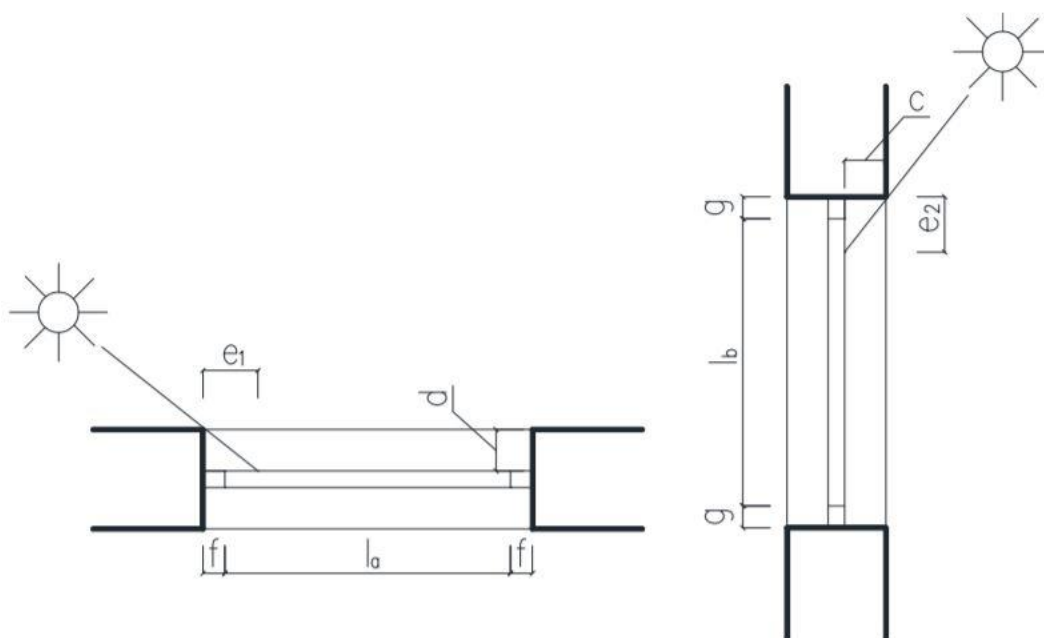
$$e_1 = 0,517 \text{ m}$$

$$e_2 = \frac{c \cdot \tan(h)}{\cos(a - \gamma)} \quad 5.7$$

$$e_2 = \frac{0,23 \cdot \tan(44)}{\cos(246 - 180)}$$

$$e_2 = 0,546 \text{ m}$$

kde: e_1, e_2 délky stínů v okenním otvoru od okraje slunolamů (m)
 d hloubka okna ve stěně; volíme 0,23 m
 γ azimutový úhel normály stěny (°)
 c hloubka okna vzhledem k horní stínící desce; volíme 0,23 m
 h výška slunce nad obzorem (°)



Obr. 5.1 - Délky stínů [19]

Osluněná plocha

$$S_{OS} = n_{ok} \cdot [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \quad 5.8$$

$$S_{OS} = 1 \cdot [2,7 - (0,517 - 0,15)] \cdot [1,7 - (0,546 - 0,15)]$$

$$S_{OS} = 3,04 \text{ m}^2$$

kde: n_{ok} počet oken (-)
 l_a šířka okna; vypočteno 2,7 m
 l_b výška okna; vypočteno 1,7 m
 f šířka svislé části rámu; volíme 0,15 m
 g šířka vodorovné části rámu; volíme 0,15 m

Intenzita přímé sluneční radiace na plochu kolmou slunečním paprskům

$$\dot{I}_{DK} = \dot{I}_0 \cdot \exp \left(-\frac{z}{10} \cdot \left(\frac{16000 - H}{16000 + H} \cdot \frac{1}{\sin(h)} \right)^{0,8} \right) \quad 5.9$$

$$\dot{I}_{DK} = 1350 \cdot \exp \left(-\frac{5}{10} \cdot \left(\frac{16000 - 300}{16000 + 300} \cdot \frac{1}{\sin(44)} \right)^{0,8} \right)$$

$$\dot{I}_{DK} = 704,32 \text{ W/m}^2$$

kde: \dot{I}_{DK} intenzita přímé sluneční radiace (W/m^2)
 \dot{I}_0 sluneční konstanta (W/m^2)
 z součinitel znečištění atmosféry; volíme z normy [14] pro měsíc červenec hodnotu 5 (-)
 H nadmořská výška; volíme z normy [14] pro průměrnou nadmořskou výšku v ČR 300 m
 h výška slunce nad obzorem ($^\circ$)

Intenzita difúzní sluneční radiace

$$\dot{I}_d = \left(\dot{I}_0 - \dot{I}_{DK} - (1080 - 1,4 \cdot \dot{I}_{DK}) \cdot \sin^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right) \cdot \frac{\sin(h)}{3} \quad 5.10$$

$$\dot{I}_d = (1350 - 704,32 - (1080 - 1,4 \cdot 704,32) \cdot \sin^2 \left(\frac{90}{2} \right)) \cdot \frac{\sin(44)}{3}$$

$$\dot{I}_d = 138,31 \text{ W/m}^2$$

kde: \dot{I}_d intenzita difúzní sluneční radiace (W/m^2)
 α úhel stěny s vodorovnou rovinou ($^\circ$)
 h výška slunce nad obzorem ($^\circ$)
 \dot{I}_{DK} intenzita přímé sluneční radiace (W/m^2)
 \dot{I}_0 sluneční konstanta (W/m^2)

Intenzita přímé sluneční radiace na libovolně orientovanou plochu

$$\dot{I}_D = \dot{I}_{Dk} \cdot \cos(\theta) \quad 5.11$$

$$\dot{I}_D = 704,32 \cdot \cos(72,9)$$

$$\dot{I}_D = 206,07 \text{ W/m}^2$$

kde: \dot{I}_D intenzita přímé sluneční rad. na libovolně orientovanou plochu (W/m^2)
 θ úhel mezi normálou povrchu a směrem slunečních paprsků ($^\circ$)
 \dot{I}_{Dk} intenzita přímé sluneční radiace (W/m^2)

$$\cos(\theta) = \sin(h) \cdot \cos(\alpha) + \cos(h) \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(a - \gamma) \quad 5.12$$

$$\cos(\theta) = \sin(44) \cdot \cos(90) + \cos(44) \cdot \sin(90) \cdot \cos(246 - 180)$$

$$\cos(\theta) = 0,294$$

$$\theta = \arccos(0,294)$$

$$\theta = 72,9^\circ$$

kde: h výška slunce nad obzorem ($^\circ$)
 γ azimutový úhel normály stěny ($^\circ$)
 α úhel stěny s vodorovnou rovinou ($^\circ$)

Propustnost standardního okna

$$T_D = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{\theta}{100}\right)^5 \quad 5.13$$

$$T_D = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{72,9}{100}\right)^5$$

$$T_D = 0,566$$

kde: T_D propustnost standardního okna (-)
 θ úhel mezi normálou povrchu a směrem slunečních paprsků ($^\circ$)

Intenzita sluneční difúzní radiace pro standardní okno

$$\dot{I}_{Od} = \dot{I}_d \cdot t_{D0} \quad 5.14$$

$$\dot{I}_{Od} = 138,31 \cdot 0,85$$

$$\dot{I}_{Od} = 117 \text{ W/m}^2$$

kde: \dot{I}_{od} intenzita sluneční difúzní radiace pro standartní okno (W/m^2)
 \dot{I}_d intenzita difúzní sluneční radiace (W/m^2)
 t_{D0} celková propustnost difúzní sluneční radiace standartního skla;
volíme z normy [14] hodnotu 0,85 (-)

Celková intenzita sluneční radiace pro standartní okno

Z normy [14] a tab. č. 10. pro jižní stranu, 15 hodin a měsíc červenec:

$$\dot{I}_0 = 230 \text{ W/m}^2$$

Výsledný tepelný zisk sluneční radiací

$$\dot{Q}_{or} = [S_{os} \cdot \dot{I}_0 \cdot c_0 + (S_o - S_{os}) \cdot \dot{I}_{od}] \cdot s \quad 5.15$$

$$\dot{Q}_{or} = [3,04 \cdot 230 \cdot 1 + ((2,7 \cdot 1,7) - 3,04) \cdot 117] \cdot (0,9 \cdot 0,13)$$

$$\dot{Q}_{or} = 103 \text{ W}$$

kde: \dot{Q}_{or} tepelný zisk sluneční radiací (W)
 \dot{I}_{od} intenzita sluneční difúzní radiace pro standartní okno (W/m^2)
 \dot{I}_0 celková intenzita sluneční radiace pro standartní okno (W/m^2)
 S_{os} osluněná plocha okna (m^2)
 c_0 korekční součinitel; volíme z normy [14] jako průměr hodnotu 1 (-)
 S_o celková plocha oken (m^2)
 s stínící součinitel; volíme z normy [14] a tab. č. 11. pro druh zasklení -
dvojitě sklo hodnotu 0,9 a pro stínící prostředky – vnější žaluzie hodnotu
0,13 (-)

5.2.3 TEPELNÉ ZISKY PROSTUPEM STĚNOU

$$\dot{Q}_s = k_s \cdot S_s \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad 5.16$$

$$\dot{Q}_s = 0,217 \cdot 12,36 \cdot [(29,6 - 26) + 0,139 \cdot (16,9 - 29,6)]$$

$$\dot{Q}_s = 4,9 \text{ W}$$

kde: \dot{Q}_s tepelný zisk prostupem stěnou (W)
 k_s součinitel prostupu tepla stěnou; zadáno $0,217 \text{ W/m}^2 \cdot K$
 S_s plocha stěny (m^2)
 t_{rm} průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin; volíme
z normy [14] a tab. č. 13. pro jih hodnotu $29,6 \text{ } ^\circ C$
 $t_{r\psi}$ rovnocenná sluneční teplota v době o ψ dřívější; volíme z normy [14]
a tab. č. 3. 15 - $13,58 \approx 1$ hodnotu $16,9 \text{ } ^\circ C$
 m součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou (-)

Fázové posunutí teplotních kmitů pro průměrné vlastnosti stěn

$$\begin{aligned}\psi &= 32 \cdot \delta - 0,5 \\ \psi &= 32 \cdot 0,44 - 0,5 \\ \psi &= 13,58 \text{ h}\end{aligned}\tag{5.17}$$

kde: ψ fázové posunutí teplotních kmitů pro průměrné vlastnosti stěn (h)
 δ tloušťka stěny; zadáno 0,44 m

Součinitel zmenšení teplotního kolísání

$$\begin{aligned}m &= \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^\delta} \\ m &= \frac{1 + 7,6 \cdot 0,44}{2500^{0,44}} \\ m &= 0,139\end{aligned}\tag{5.18}$$

kde: m součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou (-)
 δ tloušťka stěny; zadáno 0,44 m

5.2.4 TEPELNÉ ZISKY Z PŘÍVODU VENKOVNÍHO VĚTRACÍHO VZDUCHU

$$\begin{aligned}\dot{Q}_L &= \dot{V}_L \cdot \rho_L \cdot c_L \cdot [t_e - (t_i + \Delta t)] \\ \dot{Q}_L &= 0,0139 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot [30 - (26 + 2)] \\ \dot{Q}_L &= 33,36 \text{ W}\end{aligned}\tag{5.19}$$

kde: \dot{Q}_L tepelný zisk z přívodu venkovního větracího vzduchu (W)
 \dot{V}_L přívod venkovního čerstvého vzduchu; pro jednu osobu 0,0139 m³/s
 ρ_L hustota vzduchu (kg/m³)
 c_L měrné tepelná kapacita vzduchu (J/kg·K)
 Δt zvýšení vnitřní teploty; volíme o 2 K
 t_e venkovní výpočtová teplota (°C)
 t_i vnitřní výpočtová teplota (°C)

5.3 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VÁZANÝM TEPLEM

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{iv} &= i_l \cdot \dot{m}_w \cdot l_{23} \\ \dot{Q}_{iv} &= \frac{1 \cdot 116 \cdot 2500}{3600} \\ \dot{Q}_{iv} &= 80,56 \text{ W}\end{aligned}\tag{5.20}$$

kde: \dot{Q}_{iv} tepelná zátěž vázaným teplem (W)
 i_l počet lidí (-)
 \dot{m}_w produkce vodní páry pro sedícího, mírně aktivního člověka; volíme z normy [14] a tab. č. 6. pro sedícího člověka, mírně aktivního a 26 °C hodnotu 116 g/h
 l_{23} měrné výparné teplo; volíme 2500 kJ/kg

5.4 TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU CITELNÝM TEPEM

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{ic} &= \dot{Q}_l + \dot{Q}_e + \dot{Q}_v + \dot{Q}_{ok} + \dot{Q}_{or} + \dot{Q}_s \\ \dot{Q}_{ic} &= 62 + 247,05 + 15,26 + 28,8 + 103 + 4,9 \\ \dot{Q}_{ic} &= 461,01 \text{ W}\end{aligned}\tag{5.21}$$

kde: \dot{Q}_{ic} tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem (W)
 \dot{Q}_l tepelný zisk od lidí (W)
 \dot{Q}_e tepelný zisk od elektronických zařízení (W)
 \dot{Q}_v tepelný zisk od ventilátoru (W)
 \dot{Q}_{ok} tepelný zisk prostupem okny (W)
 \dot{Q}_{or} tepelný zisk sluneční radiací (W)
 \dot{Q}_s tepelný zisk prostupem stěnou (W)

5.5 TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ CITELNÝM TEPEM

$$\begin{aligned}\dot{Q}_c &= \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_L \\ \dot{Q}_c &= 461,01 + 33,36 \\ \dot{Q}_c &= 494,37 \text{ W}\end{aligned}\tag{5.22}$$

kde: \dot{Q}_c tepelná zátěž klimatizačního zařízení citelným teplem (W)
 \dot{Q}_{ic} tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem (W)
 \dot{Q}_L tepelný zisk z přívodu venkovního větracího vzduchu (W)

5.6 CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU

$$\begin{aligned}\dot{Q}_i &= \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv} \\ \dot{Q}_i &= 461,01 + 80,56 \\ \dot{Q}_i &= 541,57 \text{ W}\end{aligned}\tag{5.23}$$

kde: \dot{Q}_i celková tepelná zátěž klimatizovaného prostoru (W)
 \dot{Q}_{ic} tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem (W)
 \dot{Q}_{iv} tepelná zátěž vázaným teplem (W)

Hodnoty jednotlivých tepelných zátěží pro klimatizované místnosti jsou v příloze 2. Součet tepelných zátěží všech klimatizovaných místností je v tab. 5.1.

Tab. 5.1 - Celková tepelná zátěž klimatizovaných místností K04 - K12

Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	h
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů															
Tepelné zisky od lidí	Q _l	1150													W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	Q _e	2172													W
Tepelné zisky od ventilátorů	Q _v	290													W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů															
Tepelné zisky prostupem okny	Q _{ok}	-361	-296	-219	-135	-56	21	86	142	172	182	172	142	86	W
Tepelné zisky oky sluneční radiací	Q _{or}	176	256	342	498	314	817	638	904	1056	1153	1145	1027	692	W
Tepelné zisky prostupem stěnou	Q _s	167	151	129	100	86	79	72	66	61	56	54	53	54	W
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	Q _L	-2306	-1980	-1584	-1165	-745	-349	-23	256	419	466	419	256	-23	W
Vázané teplo															
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	Q _{iv}	1533													W
Celková tepelná zátěž															
Tepelná zátěž klima. prostoru citelným teplem	Q _{ic}	3594	3723	3864	4075	3956	4529	4408	4724	4901	5004	4983	4834	4444	W
Tepelná zátěž klima. zařízení citelným teplem	Q _c	1288	1743	2280	2911	3211	4180	4385	4980	5320	5469	5402	5090	4421	W
Celková tepelná zátěž	Q _i	5127	5256	5397	5608	5489	6062	5941	6257	6434	6537	6516	6367	5977	W

6 PSYCHROMETRICKÝ VÝPOČET

Psychrometrický výpočet je spojen s dimenzováním klimatizačního zařízení pomocí h-x diagramu. Pro zjednodušení výpočtu se uvažují tyto zjednodušení:

- neuvažujeme ohřátí ve ventilátoru a ztráty tepla v potrubí
- zvlhčování parou uvažujeme jako děj izotermický

Dimenzování klimatizačního zařízení se provádí podle letního provozu. Tím se stanoví velikost zařízení a tomu se přizpůsobí zimní provoz [7]. Pro grafické znázornění úprav vzduchu se používá Mollierův h-x diagram vlhkého vzduchu, do kterého se znázorňují jednotlivé úpravy a odečítají potřebné hodnoty.

6.1 VÝPOČET LETNÍHO PROVOZU

Výpočet byl proveden metodou volby pracovního rozdílu teplot dle [4], který se obvykle volí 6 až 8 K. Z důvodu malého objemového průtoku čerstvého vzduchu volíme $\Delta t_p = 6$ K. Tím se zvýší objemový průtok přiváděného vzduchu.

Vstupní hodnoty:

venkovního výpočtová teplota: $t_{e,léto} = 30$ °C
teplota mokrého teploměru: $t_m = 20$ °C
vnitřní výpočtová teplota: $t_i = 26$ °C
relativní vlhkost vnitřního vzduchu: $\varphi_i = 50$ %
tepelná zátěž citelným teplem: $\dot{Q}_{ic} = 5004$ W
celková tepelná zátěž: $\dot{Q}_i = 6537$ W
množství venkovního větracího vzduchu: $\dot{V}_e = 700$ m³/h

Odečtené hodnoty:

měrná vlhkost venkovního vzduchu: $x_i = 10,6$ g/kg_{s.v.}
entalpie vnitřního vzduchu: $h_i = 53,4$ kJ/kg_{s.v.}
měrná vlhkost venkovního vzduchu: $x_e = 10,7$ g/kg_{s.v.}
entalpie venkovního vzduchu: $h_e = 57,7$ kJ/kg_{s.v.}

Pracovní rozdíl teplot; volíme: $\Delta t_p = 6$ K

Hustota venkovního vzduchu

$$\rho_e = \frac{p}{r \cdot T} \quad 6.1$$

$$\rho_e = \frac{1 \cdot 10^5}{287,11 \cdot (30 + 273,15)}$$

$$\rho_e = 1,149 \text{ kg}_{s.v.}/\text{m}^3$$

kde: ρ_e hustota venkovního vzduchu (kg_{s.v.}/m³)
 p tlak vzduchu (Pa)
 r plynová konstanta (J/kg·K)
 T teplota venkovního vzduchu (K)

Hmotnostní průtok přiváděného venkovního vzduchu

$$\dot{m}_e = \dot{V}_e \cdot \rho_e \quad 6.2$$

$$\dot{m}_e = \frac{700}{3600} \cdot 1,149$$

$$\dot{m}_e = 0,223 \text{ kg/s}$$

kde: \dot{m}_e hmotnostní průtok venkovního vzduchu (kg/s)
 \dot{V}_e objemový průtok venkovního vzduchu (m³/s)
 ρ_e hustota venkovního vzduchu (kg_{s.v.}/m³)

$$\dot{m}_{ve} = \frac{\dot{m}_e}{1 + x_e} \quad 6.3$$

$$\dot{m}_{ve} = \frac{0,223}{1 + 0,0107}$$

$$\dot{m}_{ve} = 0,22 \text{ kg}_{s.v.}/s$$

kde: \dot{m}_{ve} hmotností průtok suchého venkovního vzduchu (kg_{s.v.}/s)
 \dot{m}_e hmotnostní průtok vlhkého venkovního vzduchu (kg/s)
 x_e měrná vlhkost venkovního vzduchu (g/kg_{s.v.})

Faktor citelného tepla:

$$\vartheta_i = \frac{\dot{Q}_{ic}}{\dot{Q}_i} \quad 6.4$$

$$\vartheta_i = \frac{5004}{6537}$$

$$\vartheta_i = 0,765$$

kde: ϑ_i faktor citelného tepla (-)
 \dot{Q}_i celková tepelná zátěž (W)
 \dot{Q}_{ic} tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem (W)

Hmotnostní průtok vzduchu zařízením

Přiváděný stav vzduchu P dostaneme jako průsečík izotermy teploty přiváděného vzduchu se směrnicí faktoru citelného tepla procházející stavem vnitřního vzduchu I.

Odečtené hodnoty z h-x diagramu pro stav přiváděného vzduchu P:

entalpie přiváděného vzduchu: $h_p = 45,3 \text{ kJ/kg}_{s.v.}$

$$\dot{Q}_i = \dot{m}_{vp} \cdot (h_i - h_p) \rightarrow \dot{m}_{vp} = \frac{\dot{Q}_i}{(h_i - h_p)} \quad 6.5$$

$$\dot{m}_{vp} = \frac{6537}{(53400 - 45300)} \quad 6.6$$

$$\dot{m}_{vp} = 0,81 \text{ kg}_{s.v.}/s$$

kde: \dot{Q}_i celková tepelná zátěž (W)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/s$)
 h_p entalpie přiváděného vzduchu ($\text{kJ}/\text{kg}_{s.v.}$)
 h_i entalpie vnitřního vzduchu ($\text{kJ}/\text{kg}_{s.v.}$)

Hmotnostní průtok cirkulačního vzduchu

$$\dot{m}_{vc} = \dot{m}_{vp} - \dot{m}_{ve} \quad 6.7$$

$$\dot{m}_{vc} = 0,81 - 0,22$$

$$\dot{m}_{vc} = 0,59 \text{ kg}_{s.v.}/s$$

kde: \dot{m}_{vc} hmotnostní průtok cirkulačního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/s$)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/s$)
 \dot{m}_{ve} hmotností průtok suchého venkovního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/s$)

Určení stavu směsi

$$\dot{m}_{vp} \cdot x_s = \dot{m}_{ve} \cdot x_e + \dot{m}_{vc} \cdot x_i \rightarrow x_s = \frac{\dot{m}_{ve} \cdot x_e + \dot{m}_{vc} \cdot x_i}{\dot{m}_{vp}} \quad 6.8$$

$$x_s = \frac{0,22 \cdot 0,0107 + 0,59 \cdot 0,0106}{0,81}$$

$$x_s = 0,0106 \text{ kg}/\text{kg}_{s.v.}$$

kde: x_s měrná vlhkost směsi vzduchu ($\text{g}/\text{kg}_{s.v.}$)
 \dot{m}_{ve} hmotností průtok suchého venkovního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/s$)
 x_e měrná vlhkost venkovního vzduchu ($\text{g}/\text{kg}_{s.v.}$)
 \dot{m}_{vc} hmotnostní průtok cirkulačního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/s$)
 x_i měrná vlhkost vnitřního vzduchu ($\text{g}/\text{kg}_{s.v.}$)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/s$)

Stav směsi vzduchu S dostaneme jako průsečík spojnice stav vnitřního vzduchu I a stavu venkovního vzduchu E s měrnou vlhkostí stavu směsi vzduchu S.
Odečtené hodnoty z h-x diagramu pro stav směsi S:

teplota směsi vzduchu: $t_s = 27,1 \text{ }^\circ\text{C}$
entalpie směsi vzduchu: $h_s = 54,5 \text{ kJ}/\text{kg}_{s.v.}$

Rosný bod chladiče

Rosný bod chladiče dostaneme jako průsečík spojnice stavu směsi vzduchu S a stavu přiváděného vzduchu P s křivkou relativní vlhkosti $\varphi = 100 \%$
Odečtené hodnoty z h-x digramu pro rosný bod R:

povrchová teplota chladiče: $t_r = 12,4\text{ }^{\circ}\text{C}$
relativní vlhkost vzduchu: $\varphi = 100\text{ }\%$

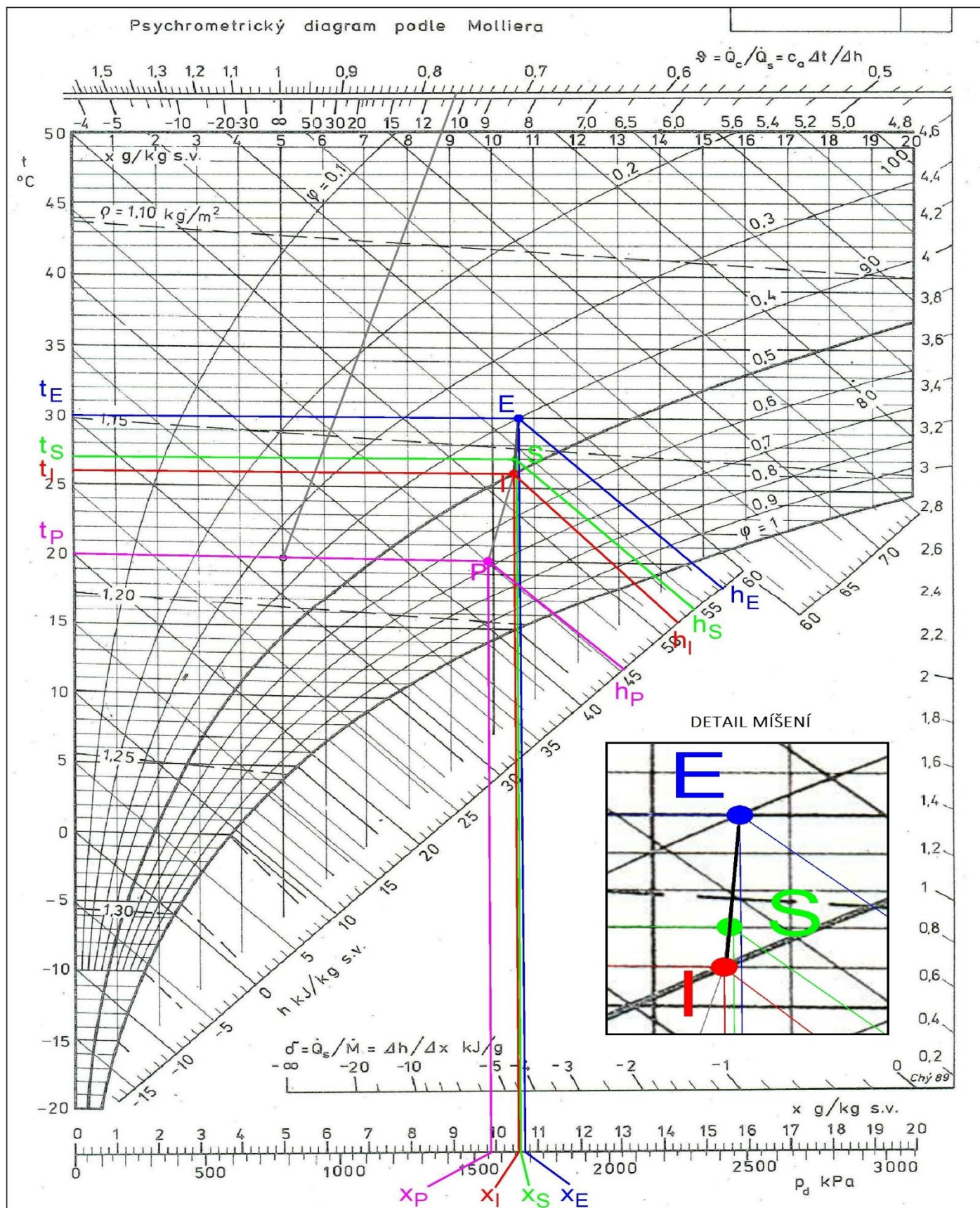
Výkon chladiče

$$\dot{Q}_{ch} = \dot{m}_{vp} \cdot (h_p - h_s) \quad 6.9$$

$$\dot{Q}_{ch} = 0,81 \cdot (45300 - 54500)$$

$$\dot{Q}_{ch} = -7452\text{ W}$$

kde: \dot{Q}_{ch} výkon chladiče (W)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 h_s entalpie směsi vzduchu ($\text{kJ}/\text{kg}_{s.v.}$)
 h_p entalpie přiváděného vzduchu ($\text{kJ}/\text{kg}_{s.v.}$)



Obr. 6.1 - Mollierův h-x diag. pro letní provoz; obr. převzat [20] a upraven

6.2 VÝPOČET ZIMNÍHO PROVOZU

Vstupní hodnoty:

venkovní výpočtová teplota: $t_{e,zima} = -12\text{ °C}$
měrná vlhkost venkovního vzduchu; volíme: $x_e = 1\text{ g/kg}_{s.v.}$
vnitřní výpočtová teplota: $t_i = 20\text{ °C}$
relativní vlhkost vnitřního vzduchu: $\varphi_i = 50\text{ %}$
tepelná zátěž citelným teplem: $\dot{Q}_{ic} = -11184\text{ W}$
tepelná zátěž vázaným teplem: $\dot{Q}_{iv} = 1533\text{ W}$
množství venkovního větracího vzduchu: $\dot{V}_e = 700\text{ m}^3/\text{h}$
hmotnostní průtok přiváděného vzduchu: $\dot{m}_{vp} = 0,81\text{ kg}_{s.v.}/\text{s}$

Odečtené hodnoty:

entalpie venkovního vzduchu: $h_e = -9,64\text{ kJ/kg}_{s.v.}$
entalpie vnitřního vzduchu: $h_i = 38,9\text{ kJ/kg}_{s.v.}$
měrná vlhkost vnitřního vzduchu: $x_i = 7,4\text{ g/kg}_{s.v.}$

Hustota venkovního vzduchu

$$\rho_e = \frac{p}{r \cdot T} \quad 6.1$$
$$\rho_e = \frac{1 \cdot 10^5}{287,11 \cdot (-12 + 273,15)}$$
$$\rho_e = 1,334\text{ kg}_{s.v.}/\text{m}^3$$

kde: ρ_e hustota venkovního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{m}^3$)
 p tlak vzduchu (Pa)
 r plynová konstanta ($\text{J/kg} \cdot \text{K}$)
 T teplota venkovního vzduchu (K)

Hmotnostní průtok přiváděného venkovního vzduchu

$$\dot{m}_e = \dot{V}_e \cdot \rho_e \quad 6.2$$
$$\dot{m}_e = \frac{700}{3600} \cdot 1,334$$
$$\dot{m}_e = 0,259\text{ kg}/\text{s}$$

kde: \dot{m}_e hmotnostní průtok vlhkého venkovního vzduchu (kg/s)
 \dot{V}_e objemový průtok venkovního vzduchu (m^3/s)
 ρ_e hustota venkovního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{m}^3$)

$$\dot{m}_{ve} = \frac{\dot{m}_e}{1 + x_e} \quad 6.3$$
$$\dot{m}_{ve} = \frac{0,259}{1 + 0,001}$$
$$\dot{m}_{ve} = 0,259\text{ kg}_{s.v.}/\text{s}$$

kde: \dot{m}_{ve} hmotností průtok suchého venkovního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 \dot{m}_e hmotnostní průtok vlhkého venkovního vzduchu (kg/s)
 x_e měrná vlhkost venkovního vzduchu ($\text{g}/\text{kg}_{s.v.}$)

Hmotnostní průtok cirkulačního vzduchu

$$\dot{m}_{vc} = \dot{m}_{vp} - \dot{m}_{ve} \quad 6.7$$

$$\dot{m}_{vc} = 0,81 - 0,259$$

$$\dot{m}_{vc} = 0,551 \text{ kg}_{s.v.}/\text{s}$$

kde: \dot{m}_{vc} hmotnostní průtok cirkulačního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)

Celková tepelná zátěž

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv} \quad 6.11$$

$$\dot{Q}_i = -11184 + 1533$$

$$\dot{Q}_i = -9651 \text{ W}$$

kde: \dot{Q}_i celková tepelná zátěž (W)
 \dot{Q}_{ic} tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem (W)
 \dot{Q}_{iv} tepelná zátěž klimatizovaného prostoru vázaným teplem (W)

Faktor citelného tepla

$$\vartheta_i = \frac{\dot{Q}_{ic}}{\dot{Q}_i} \quad 6.12$$

$$\vartheta_i = \frac{-11184}{-9651}$$

$$\vartheta_i = 1,16$$

kde: ϑ_i faktor citelného tepla (-)
 \dot{Q}_i celková tepelná zátěž (W)
 \dot{Q}_{ic} tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem (W)

Zpětné získávání tepla

Jako rekuperační výměník byl zvolen deskový výměník s účinností 75 %.

$$t_z = t_e + \eta_{ZZT} \cdot (t_i - t_e) \quad 6.13$$

$$t_z = -12 + 0,75 \cdot (20 - (-12))$$

$$t_z = 12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

kde: t_z teplota vzduchu za rekuperační jednotkou ($^\circ\text{C}$)
 t_e venkovní výpočtová teplota ($^\circ\text{C}$)
 η_{ZZT} účinnost rekuperačního výměníku; volíme pro rekuperační deskový výměník 0,75 % [21]
 t_i vnitřní výpočtová teplota ($^\circ\text{C}$)

Stav vzduchu za rekuperačním výměníkem Z dostaneme jako průsečík izotermy teploty vzduchu za rekuperačním výměníkem s měrnou vlhkostí stavu venkovního vzduchu E.

Určení stavu směsi

$$\dot{m}_{vp} \cdot x_s = \dot{m}_{ve} \cdot x_z + \dot{m}_{vc} \cdot x_i \rightarrow x_s = \frac{\dot{m}_{ve} \cdot x_z + \dot{m}_{vc} \cdot x_i}{\dot{m}_{vp}} \quad 6.8$$

$$x_s = \frac{0,259 \cdot 0,001 + 0,551 \cdot 0,0074}{0,81}$$

$$x_s = 0,0053 \text{ kg/kg}_{s.v.}$$

kde: \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok suchého přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 x_s měrná vlhkost směsi vzduchu ($\text{g/kg}_{s.v.}$)
 \dot{m}_{ve} hmotnostní průtok suchého venkovního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 x_z měrná vlhkost směsi vzduchu ($\text{g/kg}_{s.v.}$)
 \dot{m}_{vc} hmotnostní průtok cirkulačního vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 x_i měrná vlhkost vnitřního vzduchu ($\text{g/kg}_{s.v.}$)

Stav směsi vzduchu S dostaneme jako průsečík spojnice stav vzduchu za rekuperační jednotkou Z a stavu vnitřního vzduchu I s měrnou vlhkostí stavu směsi vzduchu S.

Odečtené hodnoty z h-x diagramu pro stav směsi S:

teplota směsi vzduchu: $t_s = 17,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

entalpie směsi vzduchu: $h_s = 31,1 \text{ kJ/kg}$

Určení stavu přiváděného vzduchu

$$\dot{Q}_i = \dot{m}_{vp} \cdot (h_i - h_p) \rightarrow h_p = h_i - \frac{\dot{Q}_i}{\dot{m}_{vp}} \quad 6.14$$

$$h_p = 38900 - \frac{-9651}{0,81}$$

$$h_p = 50800 \text{ J/kg}_{s.v.}$$

kde: \dot{Q}_i celková tepelná zátěž (W)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok suchého přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 h_i entalpie vnitřního vzduchu ($\text{kJ/kg}_{s.v.}$)
 h_p entalpie přiváděného vzduchu ($\text{kJ/kg}_{s.v.}$)

Přiváděný stav vzduchu P dostaneme jako průsečík entalpie stavu přiváděného vzduchu P se směrnicí faktoru citelného tepla procházející stavem vnitřního vzduchu I.

Měrná vlhkost přiváděného vzduchu

$$x_p = x_i - \frac{\dot{Q}_{iv}}{\dot{m}_{vp} \cdot l_{23}} \quad 6.15$$

$$x_p = 0,0074 - \frac{1533}{0,81 \cdot 2500 \cdot 10^3}$$

$$x_p = 0,0066 \text{ kg/kg}_{s.v.}$$

kde: x_p měrná vlhkost přiváděného vzduchu ($\text{g/kg}_{s.v.}$)
 x_i měrná vlhkost vnitřního vzduchu ($\text{g/kg}_{s.v.}$)
 \dot{Q}_{iv} tepelná zátěž klimatizovaného prostoru vázaným teplem (W)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok suchého přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 l_{23} měrné výparné teplo; volíme 2500 kJ/kg

Stav vzduchu před ohřivačem

Stav vzduchu před ohřivačem O dostaneme jako průsečík izotermy teploty směsi stavu vzduchu S s měrnou vlhkostí stavu přiváděného vzduchu P.

Odečtené hodnoty z h-x diagramu pro stav vzduchu před ohřivačem O:

teplota vzduchu před ohřivačem: $t_o = t_s = 17,5 \text{ °C}$

měrná vlhkost vzduchu před ohřivačem: $x_o = x_p = 6,6 \text{ g/kg}_{s.v.}$

entalpie vzduchu před ohřivačem: $h_o = 34,3 \text{ kJ/kg}_{s.v.}$

kde: t_o teplota vzduchu před ohřivačem ($^{\circ}\text{C}$)
 t_s teplota vzduchu směsi ($^{\circ}\text{C}$)

Výkon ohřivače

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{oh} &= \dot{m}_{vp} \cdot (h_p - h_o) \\ \dot{Q}_{oh} &= 0,81 \cdot (50800 - 34300) \\ \dot{Q}_{oh} &= 13365 \text{ W}\end{aligned}\tag{6.16}$$

kde: \dot{Q}_{oh} výkon ohřivače (W)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok suchého přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 h_p entalpie přiváděného vzduchu ($\text{kJ}/\text{kg}_{s.v.}$)
 h_o entalpie vzduchu před ohřivačem ($\text{kJ}/\text{kg}_{s.v.}$)

Hmotnostní průtok páry pro vlhčení

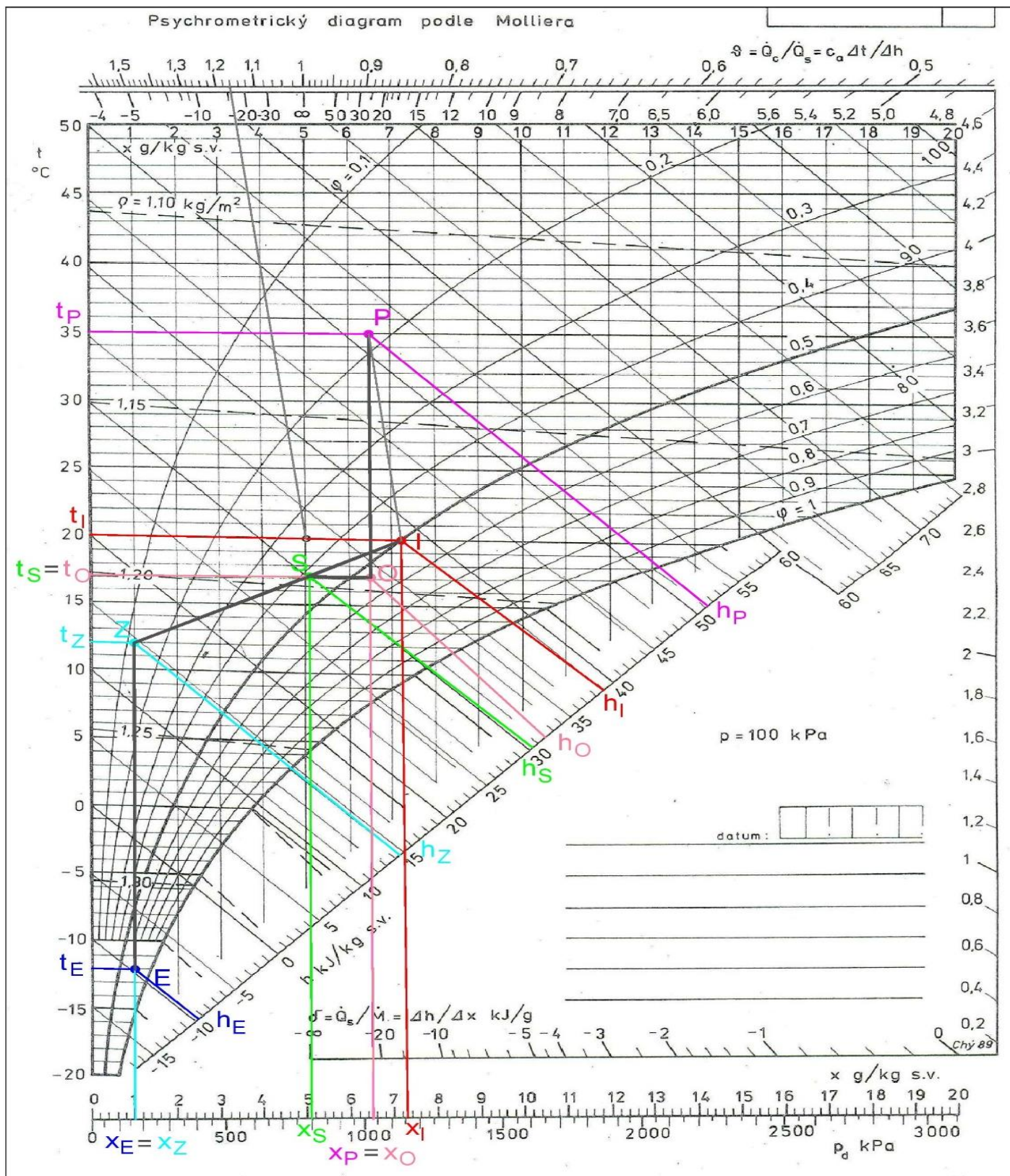
$$\begin{aligned}\dot{m}_{páry} &= \dot{m}_{vp} \cdot (x_o - x_s) \\ \dot{m}_{páry} &= 0,81 \cdot (0,0065 - 0,0053) \\ \dot{m}_{páry} &= 0,001 \text{ kg/s}\end{aligned}\tag{6.17}$$

kde: $\dot{m}_{páry}$ hmotnostní průtok páry (kg/s)
 \dot{m}_{vp} hmotnostní průtok suchého přiváděného vzduchu ($\text{kg}_{s.v.}/\text{s}$)
 x_o měrná vlhkost vzduchu před ohřivačem ($\text{g}/\text{kg}_{s.v.}$)
 x_s měrná vlhkost směsi vzduchu ($\text{g}/\text{kg}_{s.v.}$)

Příkon parního zvlhčovače

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{zvl} &= \dot{m}_{páry} \cdot l_{23} \\ \dot{Q}_{zvl} &= 0,001 \cdot 2500 \cdot 10^3 \\ \dot{Q}_{zvl} &= 2500 \text{ W}\end{aligned}\tag{6.18}$$

kde: \dot{Q}_{zvl} Příkon parního zvlhčovače (W)
 $\dot{m}_{páry}$ hmotnostní průtok páry (kg/s)
 l_{23} měrné výparné teplo; volíme 2500 kJ/kg

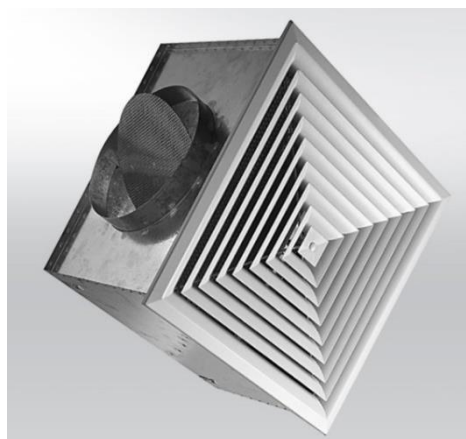


Obr. 6.2 - Mollierův h - x diag. pro zimní provoz; obr. převzat [20] a upraven

7 KONCOVÉ PRVKY

Součástí potrubní sítě pro přívod nebo odvod vzduchu do klimatizovaného prostoru jsou koncové elementy. Podle funkce se dělí na distribuční prvky – anemostaty, výústky, mřížky, dýzy a na nasávací a výfukové prvky – protidešťové žaluzie, mřížky, výfukové hlavice a stříšky [22]. Správná volba koncových prvků má velký vliv na obrazy proudění, teplotní pole a koncentrace škodlivin. Nejčastěji se instalují do stropu, stěn nebo podlahy.

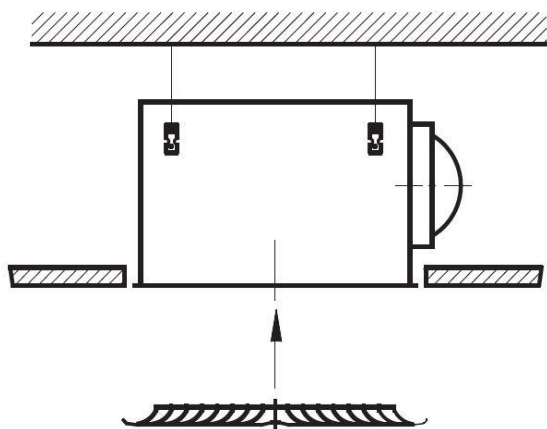
Do kancelářských prostor, kde se vedle požadavku na distribuci vzduchu klade důraz na estetiku a nejsou zde nutné velké dosahy proudů, se používají anemostaty.



Obr. 7.1 - Čtvercový lamelový anemostat [23]

7.1 NÁVRH KONCOVÝCH PRVKŮ PRO PŘÍVOD VZDUCHU

Jako koncové elementy pro přívod vzduchu do klimatizovaného prostoru byly zvoleny lamelové anemostaty od firmy Mandík, a.s. [24]. Osazují se do podhledů, volně pod strop nebo do integrovaných stropů. Používají se jako koncové prvky pro komfortní klimatizaci a jsou vhodné pro místnosti s výškou stropu 2,6 až 4 m. Nejrozšířenější jsou kruhové nebo čtvercové anemostaty, které jsou sestaveny z postupně se rozšiřujících řad kruhů nebo čtverců. Součástí anemostatů bývají regulační prvky pro požadovaný objemový průtok vzduchu [22].



Obr. 7.2 - Umístění výústky v podhledu [25]

Častým problémem koncových prvků, zejména pak vířivých anemostatů je, že na lidi v klimatizované místnosti „táhne“. Zde nastávají problémy bolesti ramen a šíje. Z tohoto důvodu byly zvoleny různě tvarované lamelové anemostaty s uspořádáním lamel do tvaru H, L a U. Tím předpokládáme, že v klimatizované místnosti vytvoříme obrazy proudění, které zabrání obtěžování průvanem se zachováním požadavku výměny vzduchu.

7.1.1 MNOŽSTVÍ PŘIVÁDĚNÉHO VZDUCHU

Do klimatizovaných místností se podle zimního nebo letního provozu přivádí jiné množství vzduchu. Z tohoto důvodu byla zvolena průměrná hodnota objemového průtoku přiváděného vzduchu $\dot{V}_{p,i}$. Střední hodnoty objemových toků pro všechny místnosti jsou uvedeny v tab. 7.1.

Tab. 7.1 - Množství přiváděného vzduchu

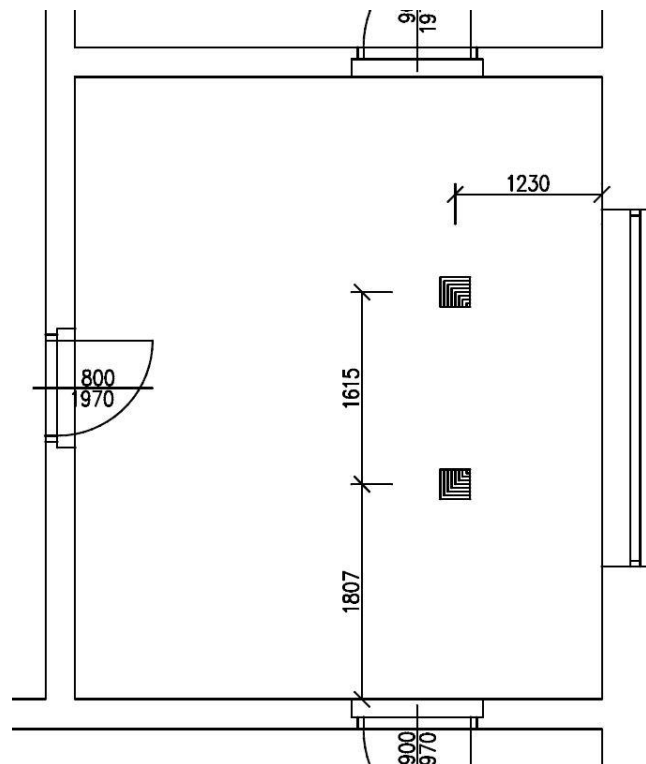
Označení místnosti		Tepelná ztráta	Tepelný zisk	Množství přiváděného vzduchu		zima	léto	návrh
		Φ_i	\dot{Q}_i	\dot{m}_{vp}	\dot{V}_p	$\dot{V}_{p,zima}$	$\dot{V}_{p,léto}$	$\dot{V}_{p,i}$
		[W]	[W]	[kg/s]	[m³/s]	[m³/h]	[m³/h]	[m³/h]
K04	Plotrovna	2378	353	0,81	0,68	517	123	320
K06	Kancelář	862	516			187	180	184
K07	Kancelář	771	505			168	176	172
K08	Kancelář - sekretářka	771	496			168	173	170
K09	Kancelář - ředitel	1258	644			273	225	249
K10	Zasedací sál	2399	2617			521	914	718
K12	Kancelář	1566	918			340	321	330
K13	Kancelář	1179	906			256	317	286
Celkem		11184	6955	-	-	2430	2430	2430

Z tab. 7.1 nám vyplývá, že největší rozdíl mezi maximální hodnotou přiváděného a navrhovaného objemového průtoku vzduchu je pro místnost K04 a K10, a to 197 W. Pro tyto každodenně méně často využívané místnosti volíme rozdíl zanedbat.

7.1.2 VÝPOČET VYÚSTEK NA PŘÍVOD VZDUCHU

Vzorový výpočet koncových prvků pro přívod vzduchu byl proveden pro místnost K09 – kancelář ředitele, viz obr. 7.3, s použitím technické dokumentace firmy Mandík, a.s. [25].

V této klimatizované místnosti byly zvoleny dva čtvercové lamelové anemostaty tvaru L. Tím předpokládáme zamezení nepříjemného obtěžování průvanem, zachování optimálního obrazu proudění a výměny vzduchu v celém prostoru.



Obr. 7.3 - Rozmístění výústek pro přívod vzduchu

Vstupní hodnoty:

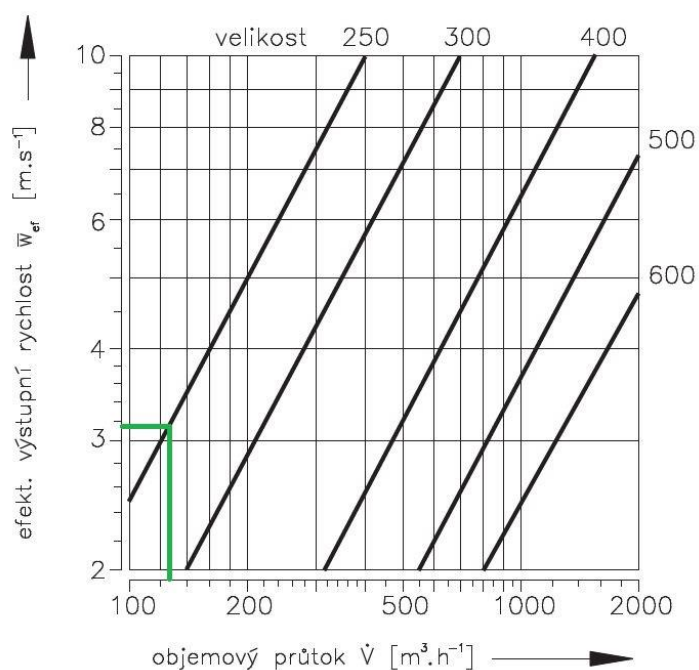
přiváděný objemový průtok: $\dot{V}_p = 249 \text{ m}^3/\text{h}$
 objemový průtok jednou vyústkou: $\dot{V}_{p,i} = 125 \text{ m}^3/\text{h}$
 pracovní rozdíl teplot: $\Delta t_p = -6 \text{ K}$
 světlá výška místnosti: $H = 3 \text{ m}$
 vzdálenost mezi stropem a zónou pobytu: $H_1 = 1,7 \text{ m}$
 plocha místnosti: $A_i = 23,12 \text{ m}^2$
 vzdálenost středu anemostatu od stěn: $X = 1,2 \text{ m}$
 vzdálenost mezi dvěma anemostaty: $A = 1,6 \text{ m}$
 počet anemostatů: 2
 tvar anemostatu: L

Výstupní efektivní rychlost

V diagramu na obr 7.4 vedeme z hodnoty objemového průtoku vzduchu \dot{V} na dolní ose svislici na velikost vyústky 250 mm a poté vedeme vodorovnou přímkou na levou osu, kde odečítáme efektivní výstupní rychlost \bar{w}_{ef} .

Odečtené hodnoty z diagramu na obr. 7.4:

velikost vyústky: 250 mm
 výstupní efektivní rychlost: $\bar{w}_{ef} \approx 3,2 \text{ m/s}$



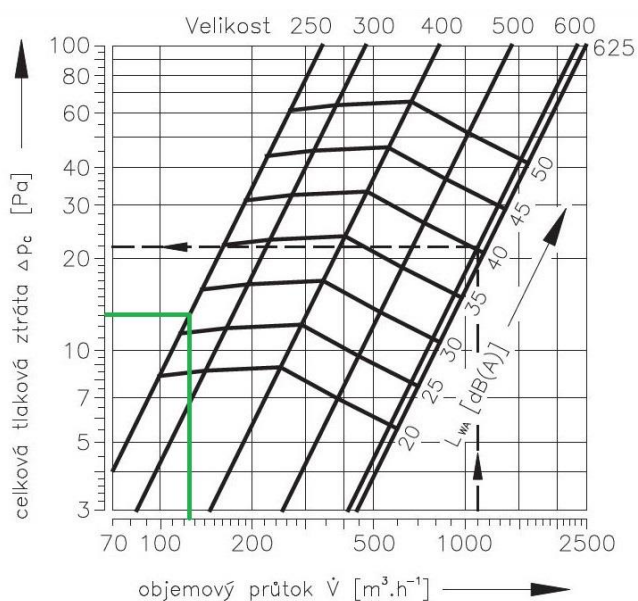
Obr. 7.4 - Efektivní výstupní rychlost [25]

Akustický výkon a tlaková ztráta

V diagramu na obr. 7.5 vedeme z hodnoty objemového průtoku vzduchu \dot{V} na dolní ose svislici na velikost vyústky 250 mm a poté vedeme vodorovnou přímkou na levou osu, kde odečítáme celkovou tlakovou ztrátu Δp_c a na šikmé ose akustický výkon L_{WA} . Odečtené hodnoty z diagramu na obr. 7.5:

hladina akustického výkonu: $L_{WA} \approx 27 \text{ dB(A)}$

celková tlaková ztráta: $\Delta p_c \approx 13 \text{ Pa}$



Obr. 7.5 - Akustický výkon a tlaková ztráta [25]

Teplotní koeficient

Ke stanovení teplotního koeficientu je nutné nejdříve vypočítat vzdálenost L jako sumu vzdálenosti anemostatu od nejbližší stěny X a vzdálenosti mezi stropem a zónou pobytu H_1 :

$$L = X + H_1 \quad 7.1$$

$$L = 1,2 + 1,7$$

$$L = 2,9 \text{ m}$$

kde: L vodorovná a svislá vzdálenost (m)
 X vzdálenost středu anemostatu od stěn (m)
 H_1 vzdálenost mezi stropem a zónou pobytu; volíme zónu pobytu pro sedící osobu 1,3 m

Pokud jsou v klimatizované místnosti dvě vyústky, je nutné dopočítat vzdálenost L jako sumu poloviny vzdálenosti vyústek od sebe $A/2$ a vzdálenosti mezi stropem a zónou pobytu H_1 :

$$L = \frac{A}{2} + H_1 \quad 7.2$$

$$L = \frac{1,6}{2} + 1,7$$

$$L = 2,5 \text{ m}$$

kde: L vodorovná a svislá vzdálenost (m)
 A vzdálenost anemostatů od sebe (m)
 H_1 vzdálenost mezi stropem a zónou pobytu; volíme zónu pobytu pro sedící osobu 1,3 m

V diagramu na obr. 7.6 vedeme z hodnoty vodorovné a svislé vzdálenosti L na dolní ose dvě svislice pro dvě hodnoty L na velikost vyústky 250 mm a poté vedeme vodorovné přímkové na levou osu, kde odečítáme teplotní koeficienty $\Delta t_L / \Delta t_p$.

Odečtené hodnoty z diagramu na obr. 7.6:

teplotní koeficient pro $L = 2,9 \text{ m}$: $\Delta t_L / \Delta t_p \approx 0,084$

teplotní koeficient pro $L = 2,5 \text{ m}$: $\Delta t_L / \Delta t_p \approx 0,011$

Pro vzdálenost $L = 2,9 \text{ m}$:

$$\Delta t_L = \Delta t_L / \Delta t_p \cdot \Delta t_p \quad 7.3$$

$$\Delta t_L = 0,084 \cdot (-6)$$

$$\Delta t_L = -0,504 \text{ K}$$

kde: Δt_L rozdíl mezi teplotou proudění ve vzdálenosti L a teplotou vzduchu v místnosti (K)
 Δt_p pracovní rozdíl teplot (K)
 $\Delta t_L / \Delta t_p$ teplotní koeficient

Pro vzdálenost $L = 2,5$ m:

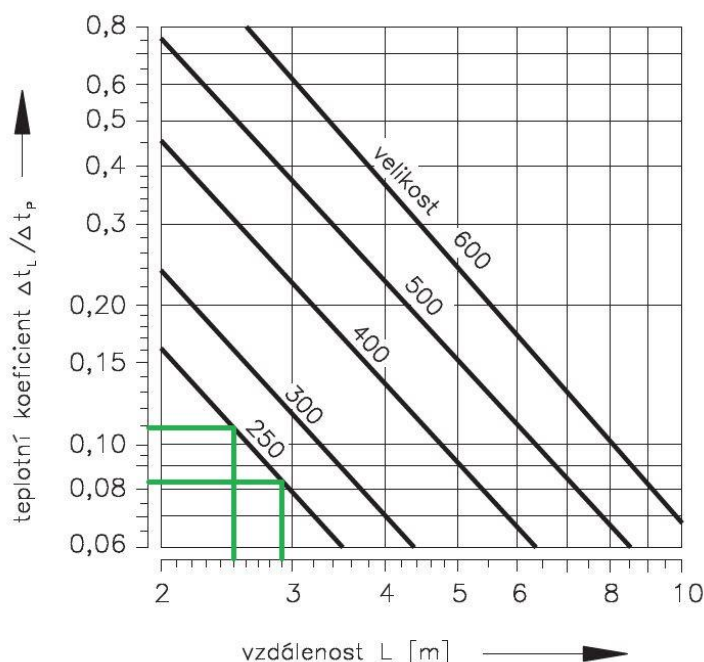
$$\Delta t_L = \Delta t_L / \Delta t_p \cdot \Delta t_p$$

7.3

$$\Delta t_L = 0,011 \cdot (-6)$$

$$\Delta t_L = -0,066 \text{ K}$$

kde: Δt_L rozdíl mezi teplotou proudění ve vzdálenosti L a teplotou vzduchu v místnosti (K)
 Δt_p pracovní rozdíl teplot (K)
 $\Delta t_L / \Delta t_p$ teplotní koeficient



Obr. 7.6 - Teplotní koeficient [25]

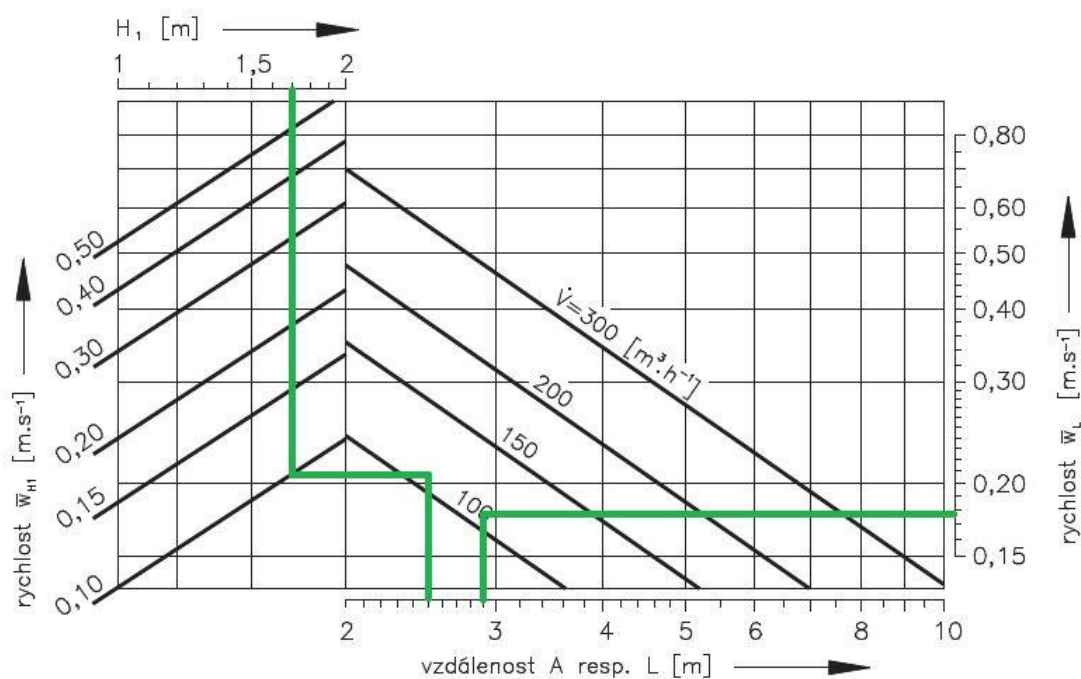
Rychlost proudění

V diagramu na obr. 7.7 vedeme z hodnoty vodorovné a svislé vzdálenosti L na dolní ose dvě svislice pro dvě hodnoty L na objemový průtok vzduchu \dot{V} a poté vodorovnou přímkou na pravou osu, kde odečítáme střední rychlost proudění na stěně \bar{w}_L . Druhou vodorovnou přímkou vedeme na levou stranu diagramu a tam, kde se protne se svislicí hodnoty vzdálenosti mezi stropem a zónou pobytu H_1 na horní ose odečítáme střední rychlost proudění mezi dvěma anemostaty \bar{w}_{H1} .

Odečtené hodnoty z diagramu na obr. 7.7:

střední rychlost proudění na stěně: $\bar{w}_L \approx 0,18 \text{ m/s}$

střední rychlost proudění mezi dvěma anemostaty: $\bar{w}_{H1} = 0,1 \text{ m/s}$



Obr. 7.7 - Rychlost proudění [25]

Hodnoty navržených výústek pro přívod vzduchu pro všechny klimatizované místnosti jsou v tab. 7.2.

Při výpočtu jsme brali ohled na požadavky na přívodní výústky [26]:

zajistit přívod do pobytové zóny

zabránit nadměrným rychlostem proudění; optimálně 0,1 až 0,25 m/s

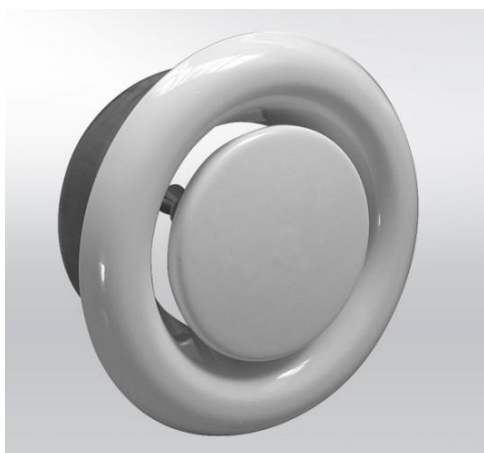
dodržet maximální hladiny akustického tlaku; optimálně do 35 dB(A)

Tab. 7.2 - Návrh vyústek pro přívod vzduchu

Označení místnosti	Množství přiváděného vzduchu	Počet vyústek	Množství vzduchu jednou vyústkou	Výstupní efektivní rychlost \bar{w}_{ef}	Akustický výkon L_{WA}	Tlaková ztráta Δp_c	Teplotní koeficient $\Delta t_i/\Delta t_p$	Střední rychlost na stěně \bar{w}_L	Střední rychlost v pobytové zóně \bar{w}_{H1}	Typ vyústky ALCM TPM 003/97
	[m³/h]	[-]	[m³/h]	[m/s]	[dB(A)]	[Pa]	[-]	[m/s]	[m/s]	[-]
K04	320	1	320	2,1	27	18,5	0,16	0,19	0,08	400 U/P/R
K06	184	1	184	2,6	28	15	0,09	0,22	0,11	300 U/P/R
K07	172	1	172	2,4	26	13	0,09	0,21	0,1	300 U/P/R
K08	170	1	170	2,4	26	13	0,09	0,21	0,1	300 U/P/R
K09	249	2	125	3,2	27	13	0,011	0,18	0,1	250 L/P/R
K10	718	2	359	2,4	32	18	0,11	0,2	0,13	400 U/P/R
K12	330	1	330	2,2	28	15	0,18	0,23	0,12	400 U/P/R
K13	286	2	143	3,6	26	12	0,064	0,18	0,11	250 H/P/R

7.2 NÁVRH KONCOVÝCH PRVKŮ PRO ODVOD VZDUCHU

Jako koncové elementy pro odvod vzduchu z klimatizovaného prostoru byly zvoleny lamelové anemostaty základního provedení od firmy Mandík, a.s. [24]. Osazují



Obr. 7.8 - Talířový ventil [27]

se stejně jako anemostaty pro přívod vzduchu do podhledů, volně pod strop, do integrovaných stropů, ale také nad dveře místnosti a do podlahy. Z estetického hlediska se často volí anemostaty stejné jako pro přívod vzduchu nehledě na vyšší tlakové ztráty a větší pořizovací cenu. Pokud bereme v úvahu, že design nemá na odsávání vliv, používají se např. v sanitárních zařízeních s výhodou talířové ventily viz obr. 7.8.

Odsávání bylo provedeno koncovými elementy na chodbě, kde je v podhledu vedeno potrubí. Odvod vzduchu z místností vede přes mřížku ve dveřích, což má za následek řadu výhod. V zimě se bude chodba sekundárním

vzduchem vytápět, dveře se budou kvůli podtlaku v chodbě snadněji otevírat, v místnostech bude více místa na návrh osvětlení, délka vzduchovodů bude kratší než v případě vedení potrubí přes místnosti, nebude docházet ke zkratu a klimatizované místnosti se tak lépe provětrají. Podobné řešení odsávání vzduchu je na obr. 7.9.



Obr. 7.9 - Odsávání vzduchu přes mřížku nade dveřmi

7.2.1 MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU

Podle doporučených hodnot dle TZB-info [28] se pro odvod vzduchu z kuchyní uvažuje se 40 až 60 m³/h a pro WC se 25 až 40 m³/h nebo s minimální intenzitou výměny vzduchu 3 h⁻¹. Z důvodu zabránění šíření zápachu volíme větší hodnotu. Pro ostatní klimatizované místnosti bereme stejné množství odsávaného vzduchu jako přiváděného, viz tab. 7.3.

Tab. 7.3 - Množství odsávaného vzduchu

Označení místnosti		Množství odváděného vzduchu \dot{V}_o	Počet odváděcích výústek	Množství vzduchu jednou výústkou $\dot{V}_{o,i}$	Objem místnosti V_i	Intenzita výměny vzduchu n
		[m ³ /h]	[-]	[m ³ /h]	[m ³]	[h ⁻¹]
K01	WC - muži	85	3	28	27,18	3,1
K02	WC - ženy	125	4	31	41,58	3,0
K11	Kuchyňka	120	1	120	38,61	3,1
K14	Chodba	2430	7	347	267,57	9,1

Hygienická zařízení se budou odsávat samostatnými vzduchovody s axiálními ventilátory, zpětnou klapkou a protidešťovou žaluzií přes fasádu do venkovního prostředí. Jelikož systémy na odsávání vzduchu z hygienických zařízení a klimatizovaných místností včetně kuchyňky pracují nezávisle na sobě, je nutné, aby se množství odváděného vzduchu z hygienických zařízení odsávalo nepřetržitě a nešířil se zápach do chodby.

7.2.2 VÝPOČET MŘÍŽEK PRO ODVOD VZDUCHU

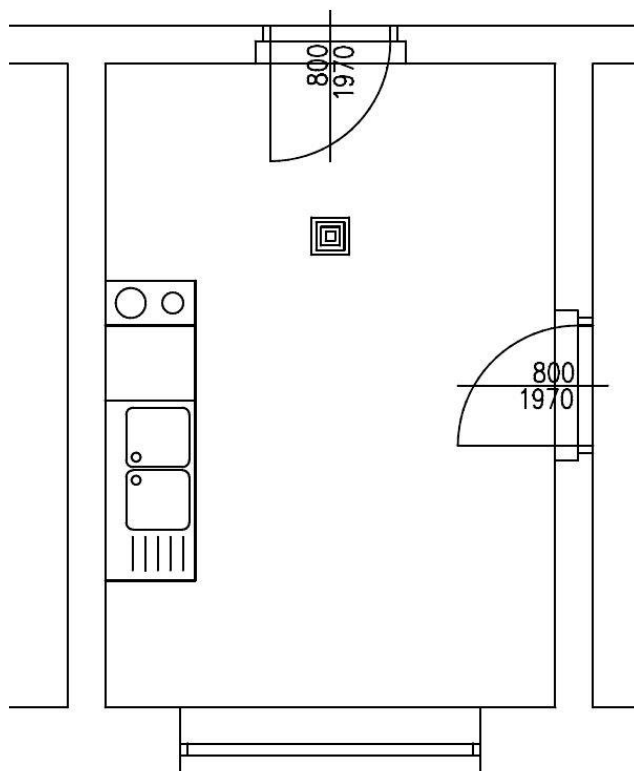
Každá klimatizovaná místnost bude mít dveře vybavené mřížkou pro odvod vzduchu z místnosti. Jelikož potřebujeme netypizované rozměry, budou mřížky vyrobeny na zakázku firmou Refax plast s.r.o. [29]. Rozměry mřížek jsou v tab. 7.4.

Tab. 7.4 - Rozměry mřížek

Označení místnosti	Množství odsávaného vzduchu \dot{V}_o	Navržená rychlost vzduchu mřížkou w'	Navržená efektivní plocha mřížky S'	Skutečná efektivní plocha S	Skutečná rychlost mřížkou w
	[m ³ /h]	[m/s]	[cm ²]	[cm ²]	[m/s]
K04	320	3,0	296	300	3,0
K06	184	3,0	170	170	3,0
K07	172	3,0	159	160	3,0
K08	170	3,0	157	160	3,0
K09	249	3,0	231	230	3,0
K10	718	3,0	665	670	3,0
K12	330	3,0	306	300	3,1
K13	286	3,0	265	260	3,1

7.2.3 VÝPOČET VYÚSTEK PRO ODVOD VZDUCHU

Vzorový výpočet koncových prvků pro odvod vzduchu byl proveden pro místnost K11 – kuchyňka, viz obr. 7.10, s použitím technické dokumentace firmy Mandík, a.s. [25]. V této místnosti jsme zvolili jeden čtvercový lamelový anemostat základního tvaru.



Obr. 7.10 – Odsávání vzduchu z kuchyňky

Vstupní hodnoty:

odváděný objemový průtok: $\dot{V}_o = 120 \text{ m}^3/\text{h}$

počet anemostatů: 1

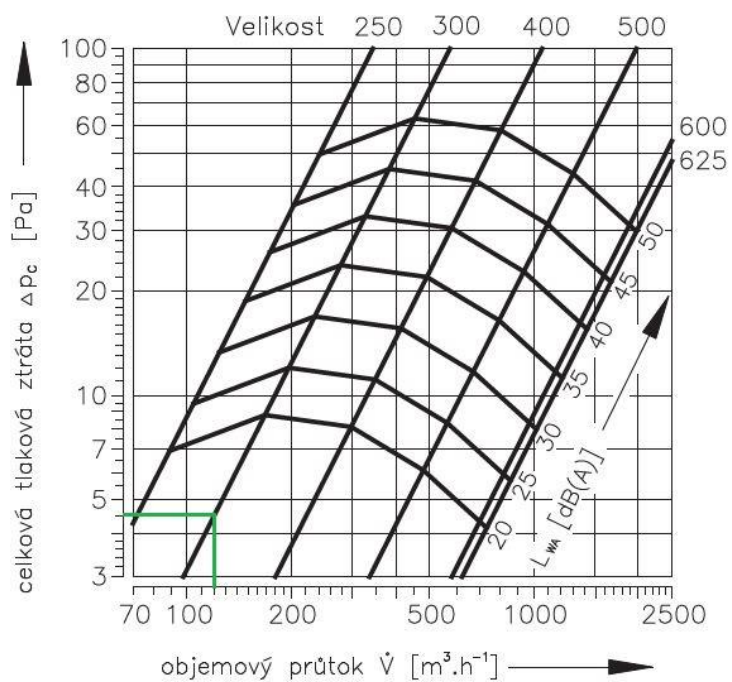
tvar anemostatu: základní

Akustický výkon a tlaková ztráta

V diagramu na obr. 7.11 vedeme z hodnoty objemového průtoku vzduchu \dot{V} na dolní ose svislici na velikost výústky 300 mm a poté vedeme vodorovnou přímkou na levou osu, kde odečítáme celkovou tlakovou ztrátu Δp_c a na šikmé ose akustický výkon L_{WA} . Odečtené hodnoty z diagramu na obr. 7.11:

hladina akustického výkonu: $L_{WA} < 20 \text{ dB(A)}$

celková tlaková ztráta: $\Delta p_c = 4,5 \text{ Pa}$



Obr. 7.11 - Tlaková ztráta a akustický výkon [25]

Hodnoty navržených vyústek pro odvod vzduchu pro uvažované místnosti jsou v tab. 7.5.

Tab. 7.5 - Návrh vyústek pro odvod vzduchu

Označení místnosti		Množství odváděného vzduchu \dot{V}_o	Počet odváděcích vyústek n	Množství vzduchu jednou vyústkou $\dot{V}_{o,i}$	Navržená rychlost vzduchu w'	Tlaková ztráta jedné vyústky $\Delta p_{c,i}$	Akustický výkon jedné vyústky $L_{WA,i}$	Typ vyústky
		[m³/h]	[-]	[m³/h]	[m/s]	[Pa]	[dB(A)]	[-]
K01	WC - muži	85	3	28	3	22,0	<20	TVOM 80 TPM 028/03 *
K02	WC - ženy	125	4	31	3	24,0	<20	TVOM 80 TPM 028/03 *
K11	Kuchyňka	120	1	120	3	4,5	<20	ALCM 300 -/O/R TPM 003/97
K14	Chodba	2430	7	347	3	3,6	<20	ALCM 500 -/O/R TPM 003/97

* Vzdálenost nastavení talířového ventilu od nulové polohy: $s = 3 \text{ mm}$

7.3 NÁVRH KONCOVÝCH PRVKŮ PRO EXTERIÉR

Nasávání čerstvého venkovního vzduchu bude provedeno přes protidešťovou žaluzii umístěnou ve fasádě od firmy Mandík, a.s. [24]. Pro přívod 700 m³/h čerstvého venkovního vzduchu a doporučenou rychlost žaluzií 3 m/s je efektivní plocha 0,0648 m². Pro tyto parametry byla zvolena dle podkladů [30] protidešťová žaluzie PDZM 630 x 355 - .211 vybavená sítí proti vniknutí ptactva, která je na obr. 7.12.



Obr. 7.13 - Protidešťová žaluzie [31]



Obr. 7.12 - Střešní výfuková hlavice [32]

Odvod odpadního vzduchu bude proveden výfukovou hlavicí VH 315 od firmy Elektrodesign [33] na střeše objektu. Doporučená maximální rychlost vzduchu hlavicí je ve větracích zařízeních 10 m/s. Hlavice je vybavena kotvícími oky pro upevnění ke střešní konstrukci.

Rozměr větrací hlavice

$$S_h = \frac{\dot{V}_o}{w_o} \quad 7.4$$

$$S_h = \frac{0,708}{10}$$

$$S_h = 0,0708 \text{ m}^2$$

kde: S_h plocha výfukové hlavice (m²)
 \dot{V}_o objemový průtok odváděného vzduchu (m³/h)
 w_o rychlost odváděného vzduchu (m/s)

$$d_h = \sqrt{\frac{4 \cdot S_h}{\pi}} \quad 7.5$$

$$d_h = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0708}{\pi}}$$

$$d_h = 0,3 \text{ m} = 300 \text{ mm}$$

kde: S_h plocha výfukové hlavice (m^2)
 d_h průměr výfukové hlavice (m)

Volíme větrací hlavici VH 315 s $d = 315 \text{ mm}$ a $D = 470 \text{ mm}$ viz obr. 7.12.

$$w_o = \frac{\dot{V}_o}{\frac{\pi \cdot d_h^2}{4}} \quad 7.6$$

$$w_o = \frac{0,708}{\frac{\pi \cdot 0,315^2}{4}}$$

$$w_o = 9 \text{ m/s}$$

kde: \dot{V}_o objemový průtok odváděného vzduchu (m^3/h)
 w_o rychlost odváděného vzduchu (m/s)
 d_h průměr výfukové hlavice (m)

8 VZDUCHOVODY

Vzduchovod je potrubí, kterým se přivádí vzduch do větraného nebo klimatizovaného prostoru a odvádí vzduch se škodlivinami z těchto prostorů. Na správném návrhu a provedení vzduchovodů závisí dobrá činnost celého systému. Významnou položkou provozních nákladů je energie potřebná k překonávání tlakových ztrát, které vznikají průtokem vzduchu potrubím. Většina vzduchovodů se vyrábí z tenkého ocelového pozinkovaného plechu. Tloušťka plechu závisí na rozměru potrubí a skupině, která charakterizuje provozní podmínky. Průřez vzduchovodu může být kruhový nebo čtyřhranný. Při porovnání některých parametrů zjistíme výhody kruhového potrubí. Při stejném průtoku a průřezu má kruhové potrubí menší obvod, hmotnost, tlakovou ztrátu a cenu montáže. Mimo tyto uvedené přednosti se kruhové vzduchovody méně zanášejí prachem a jsou menším zdrojem aerodynamického hluku. Aby se překonala přednost čtyřhranného potrubí, které se lépe přizpůsobuje stavbě, vedou se kruhové vzduchovody paralelně. Kromě vzduchovodů z pozinkovaného ocelového plechu existují vzduchovody betonové, z fólií, novodurové a textilní.

Vzduchotechnické tvarovky slouží ke změně rychlosti, směru, rozdělení či spojení proudu vzduchu nebo přechodu z kruhového potrubí na čtyřhranné. Mezi běžné tvarovky patří oblouk, koleno, odbočka, rozbočka, odskok, zúžení, rozšíření a přechod.

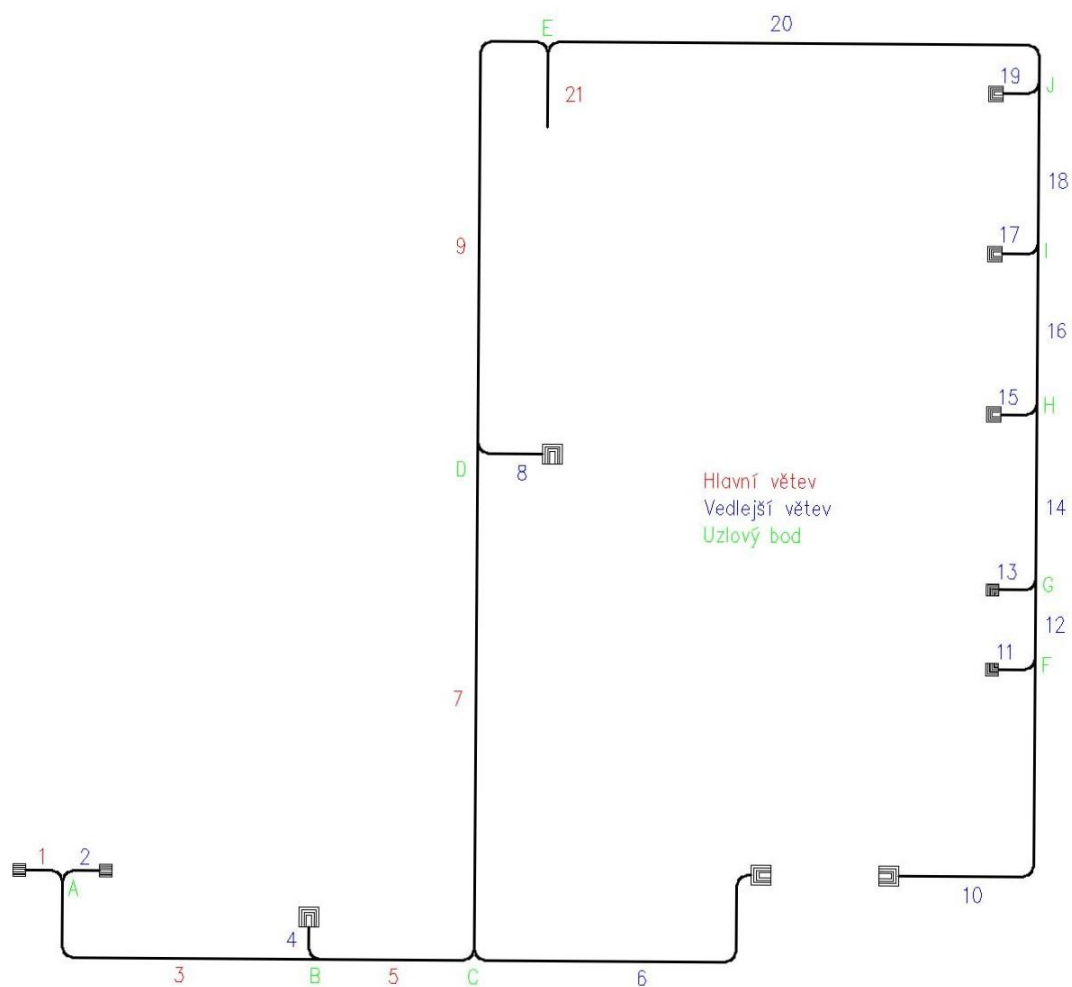
Návrh sítí vzduchovodů zahrnuje volbu typu vzduchovodu (kruhové, čtyřhranné), návrh vedení jednotlivých tras, dimenzování vzduchovodů (stanovení rozměrů a výpočet tlakových ztrát), stanovení dopravního tlaku ventilátoru, návrh tepelné izolace [7].

8.1 NÁVRH VZDUCHOVODU PRO PŘÍVOD VZDUCHU

Z hlediska tlakových ztrát atd. volíme vzduchotechnické potrubí kruhového průřezu od firmy Tech-trade [34]. V místě křížení vzduchovodů pro přívod a odvod vzduchu budou vzduchovody z ohebných hadic od firmy Elektrodesign [33] lokálně zúžené. Vzduchovody budou ke koncovým prvkům také připojeny přes ohebné hadice a vedeny v podhledu s kazetovým stropem.

Rozměry vzduchovodů se stanoví aerodynamickým výpočtem. Sít' se rozdělí na hlavní a vedlejší větve, které jsou složeny z úseků tj. částí, kde se nemění průtok ani rychlost. Hlavní větev (magistrála) je sled úseků od nejvzdálenější vyústky po ventilátor, viz obr. 8.1.

Při dimenzování je vhodné postupovat od nejvzdálenějšího úseku směrem k ventilátoru. V místech napojení vedlejší větve na hlavní větev se stanoví součet tlakových ztrát z předchozích úseků hlavní větve.



Obr. 8.1 - Síť vzduchovodů pro přívod vzduchu

Pro dimenzování vzduchovodů byly použity tyto vzorce:

Tlakový spád

$$R = 0,01218 \cdot w^{1,875} \cdot d^{-1,235} \quad 8.1$$

kde: R tlakový spád (Pa/m)
w rychlost proudění vzduchu (m/s)
d průměr potrubí (m)

Tlaková ztráta třením

$$\Delta p_{zt} = R \cdot L \quad 8.2$$

kde: Δp_{zt} tlaková ztráta třením (Pa)
R tlakový spád (Pa/m)
L délka potrubí (m)

Tlaková ztráta místními odpory

$$\Delta p_{zm} = \sum \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad 8.3$$

kde: Δp_{zm} tlaková ztráta místních odporů (Pa)
 ξ součinitel místního odporu (-); hodnoty z ASHRAE [35]
 w rychlost proudění (m/s)
 ρ hustota vzduchu (kg/m³)

Celková tlaková ztráta

$$\Delta p_z = \Delta p_{zt} + \Delta p_{zm} + \Delta p_{zv} \quad 8.4$$

kde: Δp_z celková tlaková ztráta (Pa)
 Δp_{zt} tlaková ztráta třením (Pa)
 Δp_{zm} tlaková ztráta místními odpory (Pa)
 Δp_{zv} tlaková ztráta vyústky (Pa)

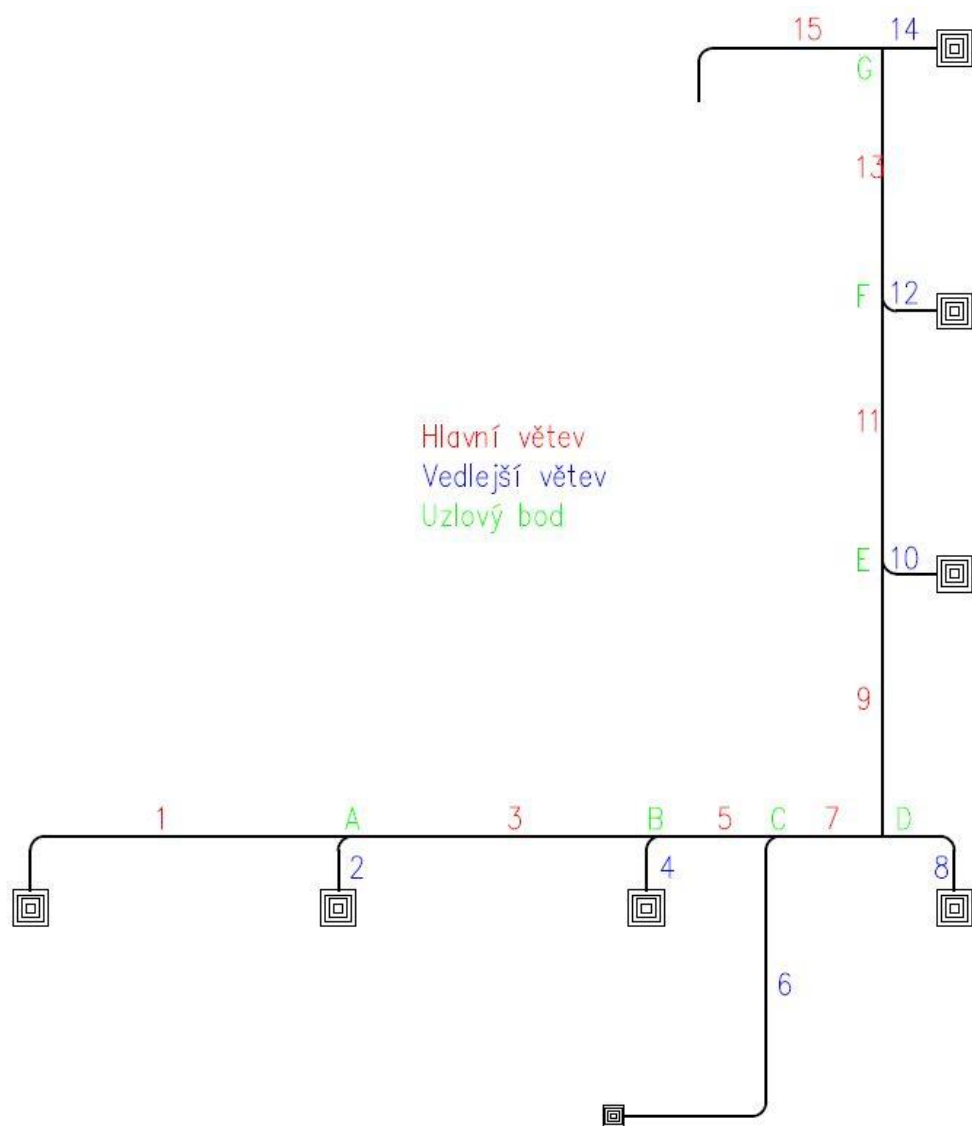
Tlakové ztráty vzduchovodů pro přívod vzduchu jsou v tab. 8.1.

Tab. 8.1 - Tlakové ztráty vzduchovodů pro přívod vzduchu

Číslo úseku	Objemový průtok	Délka L	Průměr potrubí D	Průřez potrubí S	Rychlost w	Tlakový spád R	Součinitel místních odporů ξ	Tlaková ztráta třením Δp_{zt}	Tlaková ztráta místními odpory Δp_{zm}	Tlaková ztráta výústky Δp_{zv}	Celková tlaková ztráta Δp_z
[-]	[m³/h]	[m]	[mm]	[m²]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
1	143	0,6	125,0	0,012	3,31	1,51	1,8	0,83	11,83	12	24,66
2	143	0,6	125,0	0,012	3,31	1,51	1,8	0,83	11,83	12	24,66
3	286	6,4	160,0	0,020	3,97	1,57	0,24	10,01	2,27	0	12,28
4	330	0,5	180,0	0,025	3,67	1,17	1	0,54	8,07	22,5	31,10
5	616	3,0	224,0	0,039	4,39	1,24	1,3	3,67	15,01	0	18,69
6	359	6,5	200,0	0,031	3,22	0,80	3,14	5,18	19,50	23,4	48,07
7	975	9,3	280,0	0,061	4,44	0,97	0,05	9,00	0,59	0	9,60
7'	975	1,0	250,0	0,049	5,53	1,67	2,18	1,67	39,96	0	41,63
8	320	1,1	160,0	0,020	4,44	1,94	0	2,16	0,00	55,5	57,66
9	1295	8,9	315,0	0,077	4,67	0,92	1,71	8,20	22,39	0	30,60
10	359	6,7	200,0	0,031	3,22	0,80	0,26	5,39	1,61	23,4	30,41
11	125	0,5	112,0	0,010	3,47	1,90	0,5	1,04	3,62	24,7	29,36
12	484	1,6	224,0	0,039	3,45	0,79	0,05	1,28	0,36	0	1,63
13	125	0,5	112,0	0,010	3,47	1,90	0,5	1,04	3,62	26	30,66
14	609	3,6	250,0	0,049	3,45	0,69	0,05	2,45	0,36	0	2,81
15	170	0,5	140,0	0,015	3,15	1,20	0,5	0,63	2,97	33,8	37,40
16	779	3,3	280,0	0,061	3,55	0,63	0,05	2,05	0,38	0	2,43
17	172	0,5	140,0	0,015	3,19	1,22	0,75	0,64	4,57	33,8	39,00
18	951	3,3	300,0	0,070	3,77	0,65	0,05	2,11	0,43	0	2,54
19	184	0,5	140,0	0,015	3,41	1,39	0,75	0,73	5,22	39	44,95
20	1135	10,1	315,0	0,077	4,09	0,72	8,36	7,30	84,09	0	91,40
21	2430	1,7	400,0	0,125	5,40	0,90	0,77	1,53	13,47	0	15,00

8.2 NÁVRH VZDUCHOVODU PRO ODVOD VZDUCHU

Vzduchovody pro odvod vzduchu se navrhují stejným postupem jako pro přívod vzduchu. V místě křížení vzduchovodů bude provedeno lokální zúžení.



Obr. 8.2 - Síť vzduchovodů pro odvod vzduchu

Tlakové ztráty vzduchovodů pro přívod vzduchu jsou v tab. 8.1.

Tab. 8.2 - Tlakové ztráty vzduchovodů pro odvod vzduchu

Číslo úseku	Objemový průtok	Délka L	Průměr potrubí D	Průřez potrubí S	Rychlost w	Tlakový spád R	Součinitel místních odporů ξ	Tlaková ztráta třením Δp_{zt}	Tlaková ztráta místními odpory Δp_{zm}	Tlaková ztráta výústky Δp_{zv}	Celková tlaková ztráta Δp_z
[-]	[m³/h]	[m]	[mm]	[m²]	[m/s]	[Pa/m]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
1	347	4,8	200,0	0,031	3,11	0,75	0,35	3,61	2,03	3,6	9,24
2	347	0,6	200,0	0,031	3,11	0,75	0	0,41	0,00	3,6	4,01
3	694	3,3	280,0	0,061	3,16	0,51	-0,5	1,67	-3,00	0	-1,33
3'	694	1,0	250,0	0,049	3,93	0,88	1,62	0,88	15,04	0	15,93
4	347	0,6	200,0	0,031	3,11	0,75	-0,3	0,41	-1,74	12,96	11,63
5	1041	1,7	315,0	0,077	3,76	0,61	0,3	1,01	2,54	0	3,55
6	120	5,3	112,0	0,010	3,33	1,74	-0,13	9,17	-0,87	7,65	15,96
7	1161	1,4	315,0	0,077	4,19	0,74	1,7	1,06	17,89	0	18,95
8	347	1,4	200,0	0,031	3,11	0,75	1,76	1,01	10,21	12,96	24,18
9	1508	3,9	355,0	0,098	4,27	0,67	0,25	2,57	2,74	0	5,31
10	347	0,6	200,0	0,031	3,11	0,75	-0,1	0,41	-0,58	12,96	12,79
11	1855	3,7	355,0	0,098	5,26	0,98	0,25	3,60	4,15	0	7,75
12	347	0,6	200,0	0,031	3,11	0,75	-1	0,41	-5,80	12,96	7,57
13	2202	3,5	355,0	0,098	6,24	1,36	1,3	4,69	30,39	0	35,08
14	347	0,6	200,0	0,031	3,11	0,75	1	0,41	5,80	12,96	19,17
15	2550	2,9	355,0	0,098	7,23	1,79	1,525	5,20	47,80	0	53,00

Tlakové ztráty

Tlaková ztráta hlavní větve pro přívod vzduchu (magistrály) činí 152 Pa. Pro snížení tlakového rozdílu ve vedlejších větvích byla na anemostatech vytvořena otočením regulačních klapek vyšší tlaková ztráta. Při instalaci regulační klapky RKKM 315 S - .01 TPM 030/03 od firmy Mandík, a.s. [24] do úseku č. 20 a natočení listu klapky o 20° se pravá vedlejší větev pro všechny úseky zareguluje na rozdíl tlaků maximálně 7 Pa. Další regulační klapka typu RKKM 160 S - .01 TPM 030/03 bude umístěna do úseku č. 8 a natočena o 45°.

Tlaková ztráta hlavní větve pro odvod vzduchu (magistály) činí 147 Pa. Pro snížení tlakového rozdílu ve vedlejších větvích byla na anemostatech vytvořena otočením regulačních klapek vyšší tlaková ztráta. K intenzivnějšímu vyrovnání rozdílu tlakových ztrát budou do úseků č. 8, 10, 12 a 14 instalovány regulační klapky typu RKKM 200 S - .01 TPM 303/03 od firmy Mandík, a.s. [24] s natočením klapek 40°, 45°, 50° a 55°.

Na tyto ztráty se navrhne ventilátor.

Tlumiče hluku

Do potrubí pro přívod vzduchu v úseku č. 21 byl navržen a započten tlumič hluku SMR-50 400/600 TPM 112/15 a do potrubí pro odvod vzduchu v úseku č. 15 tlumič hluku SMR-50 355/600 TPM 112/15 od firmy Mandík, a.s. [24].

Protipožární klapky

Strojovna vzduchotechniky je brána jako samostatný požární úsek, a proto budou do potrubí instalovány protipožární klapky od firmy Mandík, a.s. [24]. Do přívodního potrubí volíme klapky FDCM S 315 - .04 TPM 083/12 a do potrubí pro odvod vzduchu FDMC S 355 - .04 TPM 083/12.

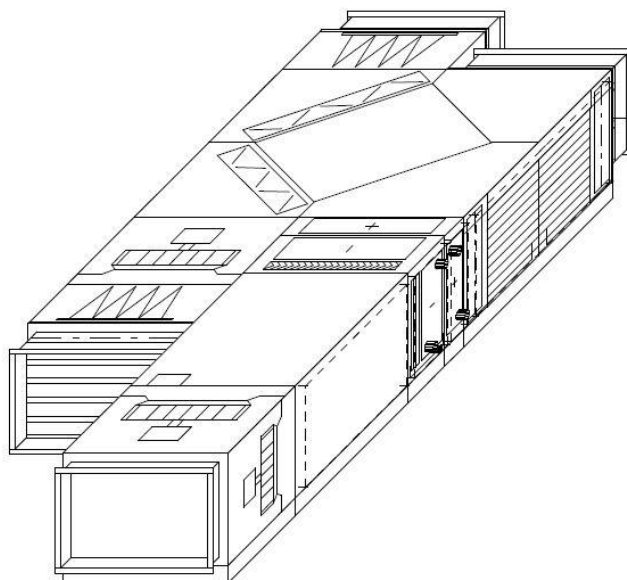
Tepelná izolace

Nedostatečné chlazení nebo vytápění místností může být způsobeno netěsnostmi nebo změnou teploty přiváděného vzduchu vlivem tepelných ztrát nebo zisků. Z tohoto důvodu se budou vzduchovody pro přívod i odvod vzduchu tepelně izolovat.

9 NÁVRH KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKY

Návrh klimatizační jednotky byl proveden pro potřebný objemový průtok přívodního a odvodního vzduchu s ohledem na psychrometrické výpočty a ventilátory byly navrženy na tlakové ztráty. Pro výměníky na ohřev a chlazení je k dispozici teplá a chladicí voda z nižších podlaží. Vlhčení bude provedeno parním plynovým vyvíječem Condair GS40 umístěným ve strojovně vzduchotechniky a zavedeno potrubím do jednotky přes parní distribuční systémem OptiSorp od firmy Flair [36]. Výkon zvlhčovače a množství přivedené páry bude provedeno dle parametrů z kap. 6. Pro částečné zabezpečení extrémních podmínek např. vánočních svátků, by výstupní teplota za ohřívacem musela být zvýšena na 40 °C.

Po zadání vypočtených parametrů do návrhového programu AHUSelect od firmy CIC Jan Hřebec [37] jsme vybrali podstropní klimatizační zařízení HL5 TP12105 viz obr. 9.1.



Obr. 9.1 - Klimatizační jednotka

Podrobné informace a jednotce a jejich komponentů jsou v příloze č. 4 na konci práce.

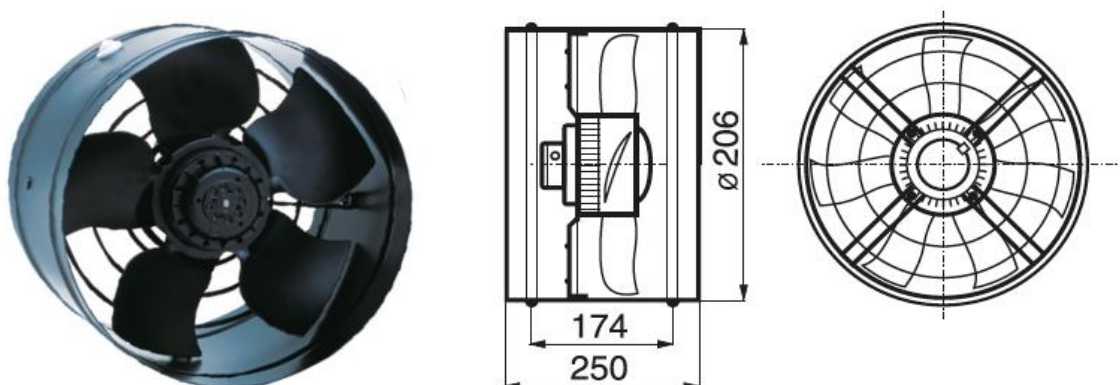
10 NÁVRH STROJOVNY KLIMATIZACE

Klimatizační jednotka je umístěna do strojovny vzduchotechniky v místnosti K05. Tím bude zajištěna ochrana proti nepříznivým vlivům a nepovolaným osobám, zamrznutí topné a chladicí vody, bezpečný servis a obtěžování hlukem. Strojovna je podtlakově větrána axiálním ventilátorem přes protidešťovou žaluzii přímo z venkovního prostředí, který je navržen tak, aby zajistil alespoň dvounásobnou výměnu vzduchu.

$$\begin{aligned}\dot{V}_s &= V_s \cdot n \\ \dot{V}_s &= 64 \cdot 2 \\ \dot{V}_s &= 128 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}\tag{10.1}$$

kde: \dot{V}_s objemový průtok vzduchu pro větrání strojovny (m^3/h)
 V_s objem strojovny (m^3)
 n intenzita výměny vzduchu (h^{-1})

Volíme axiální ventilátor TREB/2-200 IP44 od firmy Elektrodesign [33] viz obr. 10.1, který při maximálním výkonu průtok $845 \text{ m}^3/\text{h}$. Ventilátor bude instalován na severní straně ve výšce 2 m v kruhovém potrubí.



Obr. 10.1 - Axiální ventilátor pro větrání strojovny [38]

11 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout klimatizační jednotku pro klimatizaci jednoho patra kanceláří. Návrh jednotky byl proveden podle technických norem, firemních podkladů a hygienických požadavků.

Nejdříve bylo zapotřebí spočítat množství přiváděného čerstvého venkovního vzduchu daného hygienickými předpisy. Výpočet byl proveden podle dávky čerstvého vzduchu na osobu. Množství přiváděného čerstvého vzduchu je $700 \text{ m}^3/\text{h}$. Dále bylo nutné vypočítat tepelné ztráty a tepelné zisky klimatizovaných místností. Celková tepelná ztráta objektu činí 11184 W a tepelný zisk 6537 W . Na základě těchto hodnot byly provedeny psychrometrické výpočty.

Z psychrometrických výpočtů bylo zjištěno celkové množství přiváděného a vzduchu a následně navrženy distribuční prvky. Pro přívod i odvod vzduchu byly zvoleny lamelové anemostaty od firmy Mandík. Odsávání bylo provedeno mřížkami ve dveřích. Přívod čerstvého venkovního vzduchu je přes protidešťovou žaluzii umístěnou ve fasádě a odvod znehodnoceného vzduchu je přes výfukovou hlavici umístěnou na střeše objektu.

Vzduchovody jsou navrženy kruhové od firmy Tech-trade a napojení k anemostatům je řešeno přes ohebné hadice od firmy Elektrodesign. Celková tlaková ztráta přívodního potrubí činí 152 Pa a odvodního potrubí 147 Pa . Vedlejší úseky jsou zaregulovány pomocí anemostatů vybavených klapkami a pomocí regulačních klapek umístěných v potrubí, kde jsou také instalovány protipožární klapky a tlumiče hluku od firmy Mandík. Celé potrubí je tepelně izolováno.

Klimatizační jednotka byla navržena od firmy CIC Jan Hřebec. Jedná se o jednotku HL5 TP12105 umístěnou do strojovny vzduchotechniky. Vlhčení vzduchu je provedeno přes plynový parní vyvíječ od firmy Flair. Chladicí a topná voda je zajištěna z nižších podlaží a je pro budovu společná. Strojovna je podtlakově větraná axiálním ventilátorem od firmy Elektrodesign umístěným na severní straně.

Seznam použitých zdrojů

- [1] LANGLEY, Billy C. *Fundamentals of air conditioning systems*. 2nd ed. Lilburn, GA: Fairmont Press, c2000. ISBN 0881733466
- [2] DRKAL, František, Miloš LAIN a Vladimír ZMRHAL. *Klimatizace*. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 9788001056523.
- [3] LOM, Michal a Václav MATZ. *Model řízení vzduchotechnické jednotky: Popis částí vzduchotechnické jednotky* [online]. 2013 [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/regulace-vetrani-klimatizace/9796-model-řízení-vzduchotechnické-jednotky> [Přístup získán duben 2017]
- [4] JANOTKOVÁ, Eva. *Větrání a klimatizace, přednášky*. Brno: VUT, 2016
- [5] RUBINOVÁ, Olga. *Klimatizační systémy a chlazení pro vzduchotechniku* [online]. Brno: VUT, 2012 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova.o/prednasky/A_VZT%2011_09.pdf [Přístup získán duben 2017]
- [6] ALTEKO, *Klimatizační jednotky TANGO* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: http://www.alteko.cz/22_100023-klimatizacni-jednotky-tango [Přístup získán duben 2017]
- [7] CHYSKÝ J., HEMZAL K. a kol. *Větrání a klimatizace. Technický průvodce sv. 31. BOLIT*, Brno 1993.
- [8] TROX, *Indukční jednotky do rastrového podhledu* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.trox.cz/induk%C4%8Dn%C3%AD-jednotky-do-rastrov%C3%A9ho-podhledu/type-did-604-b7c2063973023ce5> [Přístup získán duben 2017]
- [9] LTG, *Fun coil unit floor installation vkb* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <https://www.ltg.de/en/products-services/ltg-comfort-air-technology/air-water-systems/ltg-fan-coil-units/floor/vkb/> [Přístup získán duben 2017]
- [10] ZMRHAL, Vladimír, Jiří KREPINDL a Michal DUŠKA. *Technické aspekty projektování chladivových systémů* [online]. Praha: ČVUT, 2008, , 230-234 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Publikace/VVI-2008-05_s230.pdf [Přístup získán duben 2017]
- [11] RUMIF, *American standard air conditioner prices* [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://rumif.com/american-standard-air-conditioner-prices/> [Přístup získán duben 2017]
- [12] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, 2007
- [13] ČSN EN 12831: *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*. Praha: Český normalizační institut, březen 2005.
- [14] ČSN 730548: *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1986.

- [15] NAZELENO: *Test reálné spotřeby notebooků* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/usporne-spotrebice/test-realne-spotreby-notebooku.aspx> [Přístup získán duben 2017]
- [16] IT HOPE: *Porovnání spotřeby Notebooku a stolního PC* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.servispc-brno.cz/67-porovnani-spotreby-ntb-vs-pc> [Přístup získán duben 2017]
- [17] ZMRHAL, Vladimír. *Prvky větracích a klimatizačních zařízení (I) - 1. část: Ventilátory* [online]. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/3733-prvky-vetracich-a-klimatizacnich-zarizeni-i-1-cast> [Přístup získán duben 2017]
- [18] EBMPAPST: *Vysoce účinná BG 43 EC motor* [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <http://www.ebmpapst.com/en/products/product-news/bg43/bg43.html> [Přístup získán duben 2017]
- [19] ŠMEJDOVÁ, Jaroslava. *Klimatizace kancelářských prostor*. Brno, 2013. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Energetický ústav. Vedoucí práce doc. Ing. Eva Janotková, CSc..
- [20] VETRANI A KLIMATIZACE II (P+K) [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: [http://homen.vsb.cz/~gal04/Zdenek%20GALDA/VETRANI%20A%20KLIMATIZACE%20II%20\(P+K\)/](http://homen.vsb.cz/~gal04/Zdenek%20GALDA/VETRANI%20A%20KLIMATIZACE%20II%20(P+K)/) [Přístup získán duben 2017]
- [21] ATREA: *Co je to rekuperace?* [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.atrea.cz/cz/co-je-to-rekuperace> [Přístup získán duben 2017]
- [22] SZÉKYOVÁ, Marta. *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Jaga, 2006. ISBN 8080760373.
- [23] MANDÍK, a.s.: *Anemostat lamelový* [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/anemostaty/alcm> [Přístup získán duben 2017]
- [24] MANDÍK, a.s. [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://mandik.cz/> [Přístup získán duben 2017]
- [25] *Firemní podklady firmy Mandík, a.s.: Anemostat lamelový čtverečový* [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: http://mandik.cz/getattachment/a9f8ceaa-e958-4438-9f80-64c2fae0c578/003_97_cz_ALCM.aspx [Přístup získán duben 2017]
- [26] *Návrh prvků pro přívod a odvod vzduchu* [online]. Praha: ČVUT, Katedra TZB [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/14/esb2-du3-distribuce-vzduchu.pdf>
- [27] MANDÍK, a.s.: *Talířový ventil* [online]. In: . [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/tvom,-tvpmm> [Přístup získán duben 2017]
- [28] JINDRÁK, Martin. *Větrací systémy s rekuperací odpadního tepla pro bytovou výstavbu - teorie, návrh a použití (II): Dimenzování výkonu větrání, temperování objektů, vazba na relativní vlhkost interiéru* [online]. 2005 [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2589-vetraci-systemy-s-rekuperaci->

odpadního-tepla-pro-bytovou-vystavbu-teorie-navrh-a-pouziti-ii [Přístup získán duben 2017]

- [29] REFAX PLAST, s.r.o. [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <http://www.refax.cz/> [Přístup získán květen 2017]
- [30] *Firemní podklady* firmy Mandík, a.s.: *Protidešťová žaluzie* [online]. In: . [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: http://www.mandik.cz/getattachment/7a1482c3-34bc-472c-b59e-0000398e5364/079_10_cz_PDZM.aspx [Přístup získán květen 2017]
- [31] MANDÍK, a.s.: *Protidešťová žaluzie* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/vyuste-a-ostatni/pdzm> [Přístup získán květen 2017]
- [32] *Firemní podklady* firmy ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s.r.o.: *Výfuková hlavice* [online]. [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/uplny-sortiment/produkty/prislusenstvi-ohebn-hadice-tvarovky/vyfukove-hlavice> [Přístup získán květen 2017]
- [33] ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s.r.o. [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/> [Přístup získán květen 2017]
- [34] TECH-TRADE s.r.o.: *výroba a prodej vzduchotechniky* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.tech-trade.cz/> [Přístup získán květen 2017]
- [35] *2001 ASHRAE Handbook: Fundamentals. SI Edition*. Atlanta: ASHRAE, 2001. ISBN 1883413885.
- [36] *Flair, a.s.* [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.flair.cz/> [Přístup získán květen 2017]
- [37] C.I.C. Jan Hřebec s.r.o. [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.cic.cz/> [Přístup získán květen 2017]
- [38] ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s.r.o. [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/treb-2-200-ip44-maly-axialni-ventilator> [Přístup získán květen 2017]

Seznam použitých symbolů

Veličina	Jednotka	Název veličiny
a	[°]	Sluneční azimut
A	[m]	Vzdálenost mezi dvěma anemostaty
A_i	[m ²]	Podlahová plocha vytápěného prostoru
A_k	[m ²]	Plocha stavební části
c	[m]	Hloubka okna vzhledem k horní stínící desce
c_0	[-]	Korekční součinitel
c_1	[-]	Součinitel současnosti
c_3	[-]	Průměrné zatížení
c_L	[J/kg·K]	Měrné tepelná kapacita vzduchu
d	[m]	Tloušťka konstrukce
d	[m]	Hloubka okna ve stěně
d_h	[m]	Průměr výfukové hlavice
e_1	[m]	Délka stínu v okenním otvoru od okraje slunolamu
e_2	[m]	Délka stínu v okenním otvoru od okraje slunolamu
e_i	[-]	Stínící činitel
f	[m]	Šířka svislé části rámu
f_k	[-]	Teplotní korekční činitel pro stavební část při uvažování rozdílu teploty uvažovaného případu a výpočtové venkovní teploty
f_{RH}	[-]	Zátopový součinitel závislý na druhu budovy, stavební konstrukci, době zátopu a předpokládanému poklesu vnitřní teploty během útlumu vytápění
$f_{\Delta\theta,i}$	[-]	Teplotní korekční činitel zohledňující dodatečné tepelné ztráty místností vytápěných na vyšší teplotu než mají sousední vytápěné místnosti
g	[m]	Šířka vodorovné části rámu
h	[°]	Výška slunce nad obzorem
H	[m]	Světlá výška místnosti
H	[m]	Nadmořská výška místa
h_e	[J/kg _{s.v.}]	Entalpie venkovního vzduchu
h_i	[J/kg _{s.v.}]	Entalpie vnitřního vzduchu
h_p	[J/kg _{s.v.}]	Entalpie přiváděného vzduchu
h_s	[J/kg _{s.v.}]	Entalpie směsi vzduchu
H_1	[m]	Vzdálenost mezi stropem a zónou pobytu
$H_{T,i}$	[W/K]	Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru
$H_{T,ie}$	[W/K]	Součinitel tepelné ztráty prostupem do venkovního prostředí
$H_{T,ij}$	[W/K]	Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do prostoru s jinou teplotou

h_z	[J/kg _{s.v.}]	Entalpie vzduchu za rekuperační jednotkou
\dot{I}_0	[W/m ²]	Sluneční konstanta
\dot{I}_d	[W/m ²]	Intenzita difúzní sluneční radiace
\dot{I}_D	[W/m ²]	Intenzita přímé sluneční radiace na libovolně orientovanou plochu
\dot{I}_d	[W/m ²]	Intenzita difúzní sluneční radiace
\dot{I}_{Dk}	[W/m ²]	Intenzita přímé sluneční radiace
i_l	[-]	Počet lidí
I_0	[W/m ²]	Celková intenzita sluneční radiace pro standartní okno
I_{0d}	[W/m ²]	Intenzita sluneční difúzní radiace pro standartní okno
I_{0d}	[W/m ²]	Intenzita sluneční difúzní radiace pro standartní okno
k_O	[W/m ² ·K]	Součinitel prostupu tepla oknem
k_s	[W/m ² ·K]	Součinitel prostupu tepla stěnou
L	[m]	Délka potrubí
L	[m]	Vodorovná a svislá vzdálenost
L_{WA}	dB(A)	Hladina akustického výkonu
l_{23}	[J/kg]	Měrné výparné teplo
l_a	[m]	Šířka okna
l_b	[m]	Výška okna
m	[-]	Součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou
\dot{m}_e	[kg/s]	Hmotnostní průtok venkovního vzduchu
$\dot{m}_{páry}$	[kg/s]	Hmotnostní průtok páry
\dot{m}_{vc}	[kg _{s.v.} /s]	Hmotnostní průtok cirkulačního vzduchu
\dot{m}_{ve}	[kg _{s.v.} /s]	Hmotnostní průtok suchého venkovního vzduchu
\dot{m}_{vp}	[kg _{s.v.} /s]	Hmotnostní průtok přiváděného vzduchu
\dot{m}_w	[g/h]	Produkce vodní páry pro sedícího, mírně aktivního člověka
n	[-]	Počet výústek
n	[h ⁻¹]	Intenzita výměny vzduchu
n_{50}	[h ⁻¹]	Intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy a zahrnující účinky přívodů vzduchu
n_{ok}	[-]	Počet oken
P	[W]	Příkon zařízení
p	[Pa]	Tlak vzduchu
\dot{Q}_c	[W]	Citelné teplo
\dot{Q}_c	[W]	Tepelná zátěž klimatizačního zařízení citelným teplem
\dot{Q}_e	[W]	Tepelný zisk od elektronických zařízení
\dot{Q}_{ch}	[W]	Výkon chladiče
\dot{Q}_{ic}	[W]	Tepelná ztráta klimatizovaného prostoru citelným teplem
\dot{Q}_{ic}	[W]	Tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem

\dot{Q}_{iv}	[W]	Teplená zátěž vázaným teplem
\dot{Q}_i	[W]	Celková tepelná zátěž klimatizovaného prostoru
\dot{Q}_l	[W]	Tepelný zisk od lidí
\dot{Q}_L	[W]	Tepelný zisk z přívodu venkovního větracího vzduchu
\dot{Q}_{oh}	[W]	Výkon ohřívače
\dot{Q}_{Ok}	[W]	Tepelný zisk prostupem okny
\dot{Q}_{or}	[W]	Tepelný zisk sluneční radiací
\dot{Q}_s	[W]	Tepelný zisk prostupem stěnou
\dot{Q}_v	[W]	Tepelný zisk od ventilátoru
\dot{Q}_{zvl}	[W]	Příkon parního zvlhčovače
r	[J/kg·K]	Plynová konstanta
R	[Pa/m]	Tlakový spád
R	[m ² ·K/W]	Tepelný odpor konstrukce
s	[mm]	Vzdálenost nastavení talířového ventilu od nulové polohy
s	[-]	Stínící součinitel
S'	[m ²]	Navržená plocha
S_h	[m ²]	Plocha výfukové hlavice
S_o	[m ²]	Plocha okna
S_o	[m ²]	Plocha okna
S_{os}	[m ²]	Osluněná plocha okna
S_s	[m ²]	Plocha stěny
T	[h]	Pracovní doba
T	[K]	Teplota venkovního vzduchu
T_D	[-]	Propustnost standartního okna
t_{D0}	[-]	Celková propustnost difúzní sluneční radiace standartního skla
t_e	[°C]	Venkovní výpočtová teplota
$t_{e,léto}$	[°C]	Venkovního výpočtová teplota
$t_{e,zima}$	[°C]	Venkovní výpočtová teplota
t_i	[°C]	Vnitřní výpočtová teplota
t_m	[°C]	Teplota mokrého teploměru
t_o	[°C]	Teplota vzduchu před ohřívačem
t_r	[°C]	Teplota rosného bodu
t_{rm}	[°C]	Průměrná rovnícenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin
$t_{r\psi}$	[°C]	Rovnícenná sluneční teplota v době o ψ dřívější
t_s	[°C]	Teplota směsi vzduchu
t_z	[°C]	Teplota vzduchu za rekuperační jednotkou
U	[W/m ² ·K]	Součinitel prostupu tepla
U_k	[W/m ² ·K]	Součinitel prostupu tepla stavební části

V_i	[m ³]	Objem místnosti
V_s	[m ³]	Objem strojovny
\dot{V}	[m ³ /s]	Objemový průtok vzduchu
\dot{V}	[m ³ /s]	Průtok vzduchu ventilátorem
\dot{V}_e	[m ³ /s]	Objemový průtok venkovního vzduchu
V_i	[m ³]	Objem místnosti
$\dot{V}_{inf,i}$	[m ³ /s]	Množství vzduchu infiltrací
\dot{V}_L	[m ³ /s]	Přívod venkovního čerstvého vzduchu; pro jednu osobu
\dot{V}_{min}	[m ³ /s]	Minimální množství větracího vzduchu
\dot{V}_o	[m ³ /s]	Objemový průtok odváděného vzduchu
$\dot{V}_{o,i}$	[m ³ /s]	Objemový průtok odváděného vzduchu jednou vyústkou
$\dot{V}_{p,i}$	[m ³ /s]	Průměrný objemový průtok přiváděného vzduchu
$\dot{V}_{p,léto}$	[m ³ /s]	Objemový průtok přiváděného vzduchu v létě
$\dot{V}_{p,zima}$	[m ³ /s]	Objemový průtok přiváděného vzduchu v zimě
\dot{V}_s	[m ³ /s]	Objemový průtok vzduchu pro větrání strojovny
X	[m]	Vzdálenost středu anemostatu od stěn
x_e	[g/kg _{s.v.}]	Měrná vlhkost venkovního vzduchu
x_i	[g/kg _{s.v.}]	Měrná vlhkost venkovního vzduchu
x_o	[g/kg _{s.v.}]	Měrná vlhkost vzduchu před ohřívačem
x_s	[g/kg _{s.v.}]	Měrná vlhkost směsi vzduchu
x_z	[g/kg _{s.v.}]	Měrná vlhkost směsi vzduchu
w_o	[m/s]	Rychlost odváděného vzduchu
w'	[m/s]	Navržená rychlost
\bar{w}_{ef}	[m/s]	Výstupní efektivní rychlost
\bar{w}_{H1}	[m/s]	Střední rychlost proudění mezi dvěma anemostaty
\bar{w}_L	[m/s]	Střední rychlost proudění na stěně
z	[-]	Součinitel znečištění atmosféry
α	[°]	Úhel stěny s vodorovnou rovinou
γ	[°]	Azimutový úhel normály stěny
δ	[°]	Sluneční deklinace
δ	[m]	Tloušťka stěny
Δp	[Pa]	Celkový tlak ventilátoru
Δp_c	[Pa]	Celková tlaková ztráta
Δp_{zm}	[Pa]	Tlaková ztráta místních odporů
Δp_{zt}	[Pa]	Tlaková ztráta třením
Δp_{zv}	[Pa]	Tlaková ztráta vyústky
Δt	[K]	Zvýšení vnitřní teploty
$\Delta t_L/\Delta t_p$	[-]	Teplotní koeficient

Δt_L	[K]	Rozdíl mezi teplotou proudění ve vzdálenosti L a teplotou vzduchu
Δt_p	[K]	Pracovní rozdíl teplot
ε_i	[-]	Výškový korekční činitel, který zohledňuje zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země
ξ	[-]	Součinitel místního odporu
η_m	[-]	Účinnost elektromotoru
η_v	[-]	Účinnost ventilátoru
η_{ZZT}	[%]	Účinnost rekuperačního výměníku
θ	[°]	Úhel mezi normálou povrchu a směrem slunečních paprsků
θ_e	[°C]	Venkovní výpočtová teplota
ϑ_i	[-]	Faktor citelného tepla
$\theta_{int,i}$	[°C]	Vnitřní výpočtová teplota
λ	[W/m·K]	Tepelná vodivost
ρ_e	[kg _{s.v.} /m ³]	Hustota venkovního vzduchu
ρ_L	[kg/m ³]	Hustota vzduchu
φ	[%]	Relativní vlhkost vzduchu
φ_i	[%]	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu
$\Phi_{HL,i}$	[W]	Celkový návrhový tepelný výkon
Φ_i	[W]	Celková návrhová tepelná ztráta
φ_i	[%]	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu
$\Phi_{RH,i}$	[W]	Zátopový tepelný výkon
$\Phi_{T,i}$	[W]	Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru
$\Phi_{V,i}$	[W]	Tepelná ztráta větráním
$\Phi_{V,i}$	[W]	Návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru
ψ	[h]	Fázové posunutí teplotních kmitů pro průměrné vlastnosti stěn

Seznam tabulek

Tab. 2.1 - Údaje o místnostech	23
Tab. 3.1 - Množství větracího vzduchu	25
Tab. 4.1 - Součinitelé prostupu tepla.....	28
Tab. 4.2 - Tepelné ztráty pro klimatizované místnosti K04 - K12	32
Tab. 5.1 - Celková tepelná zátěž klimatizovaných místností K04 - K12	42
Tab. 7.1 - Množství přiváděného vzduchu	56
Tab. 7.2 - Návrh vyústek pro přívod vzduchu.....	62
Tab. 7.3 - Množství odsávaného vzduchu.....	64
Tab. 7.4 - Rozměry mřížek.....	64
Tab. 7.5 - Návrh vyústek pro odvod vzduchu	67
Tab. 8.1 - Tlakové ztráty vzduchovodů pro přívod vzduchu	74
Tab. 8.2 - Tlakové ztráty vzduchovodů pro odvod vzduchu	76

Seznam obrázků

Obr. 1.1 - Klimatizační jednotka [6]	21
Obr. 1.2 - Stropní indukční jednotka [8].....	21
Obr. 1.3 - Podlahový fan-coil [9].....	22
Obr. 1.4 - Vnitřní nástěnná jednotka [11]	22
Obr. 4.1 - Kancelář ředitele	27
Obr. 5.1 - Délky stínů [19]	35
Obr. 6.1 - Mollierův h-x diag. pro letní provoz; obr. převzat [20] a upraven.....	47
Obr. 6.2 - Mollierův h-x diag. pro zimní provoz; obr. převzat [20] a upraven	53
Obr. 7.1 - Čtvercový lamelový anemostat [23]	55
Obr. 7.2 - Umístění vyústky v podhledu [25]	55
Obr. 7.3 - Rozmístění vyústek pro přívod vzduchu	57
Obr. 7.4 - Efektivní výstupní rychlost [25].....	58
Obr. 7.5 - Akustický výkon a tlaková ztráta [25]	58
Obr. 7.6 - Teplotní koeficient [25].....	60
Obr. 7.7 - Rychlost proudění [25]	61
Obr. 7.8 - Talířový ventil [27].....	63
Obr. 7.9 - Odsávání vzduchu přes mřížku nade dveřmi	63
Obr. 7.10 – Odsávání vzduchu z kuchyňky	65

Obr. 7.11 - Tlaková ztráta a akustický výkon [25]	66
Obr. 7.12 - Střešní výfuková hlavice [32]	68
Obr. 7.13 - Protidešťová žaluzie [31]	68
Obr. 8.1 - Síť vzduchovodů pro přívod vzduchu	72
Obr. 8.2 - Síť vzduchovodů pro odvod vzduchu	75
Obr. 9.1 - Klimatizační jednotka.....	79
Obr. 10.1 - Axiální ventilátor pro větrání strojovny [38]	81

Seznam příloh

P1 – Tepelné ztráty

P2 – Tepelná zátěž

P3 – Rozpis materiálů

P4 – Klimatizační jednotka

Výkresová dokumentace

01 – Stavební výkres

02 – Výkres vzduchotechniky

P1 – Tepelné ztráty

Označení místnosti: K04 - Plotrovna					
Teplotní údaje					
Výpočtová venkovní teplota		θ_e	°C	-12,0	
Výpočtová vnitřní teplota		$\theta_{int,i}$	°C	20,0	
Výpočtový teplotní rozdíl		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	32,0	
Tepelné ztráty prostupem					
Kód	Stavební část	f_k	A_k	U_k	$f_k \cdot A_k \cdot U_k$
		na jedn.	m ²	W/m ² K	W/K
SN1	Stěna vnitřní (do strojovny)	0,80	19,000	1,005	15,28
SN2	Stěna vnitřní (do chodby)	0,80	19,920	1,005	16,02
SN3	Stěna vnitřní (do chodby s dveřmi)	0,80	16,045	1,005	12,90
SN4	Stěna vnitřní (do schodiště)	0,80	19,920	1,005	16,02
DN	Dveře vnitřní	0,80	2,955	2,000	4,73
STR	Střecha	1,00	21,285	0,160	3,41
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem		$H_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k$		W/K	68,34
Celková tepelná ztráta prostupem		$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			W
Infiltrace obvodovým pláštěm budovy					
Vnitřní objem		V_i	m ³	63,9	
Intenzita výměny vzduchu		n_{50}	h ⁻¹	2,0	
Stínící činitel		e_i	-	0	
Výškový korekční činitel		ϵ_i	-	1,2	
Celková infiltrace obvodovým pláštěm budovy		$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$			m ³ /h
Tepelné ztráty větráním					
Celkový součinitel tepelné ztráty větráním		$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{inf,i}$		W/K	0,00
Celková tepelná ztráta větráním		$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			W
Celková tepelná ztráta větráním a prostupem		$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$			W
Korekční činitel na vyšší teplotu		$f_{\Delta\theta}$	na jedn.	1,0	
Návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem		$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i}$			W
Zátopový tepelný výkon					
Podlahová plocha		A_i	m ²	21,3	
Zátopový součinitel		f_{RH}	W/m ²	9,0	
Celkový zátopový tepelný výkon		$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$			W
Návrhový tepelný výkon		$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$			W

P1 – Tepelné ztráty (pokračování)

Označení místnosti: K06 - Kancelář					
Teplotní údaje					
Výpočtová venkovní teplota		θ_e	°C	-12,0	
Výpočtová vnitřní teplota		$\theta_{int,i}$	°C	20,0	
Výpočtový teplotní rozdíl		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	32,0	
Tepelné ztráty prostupem					
Kód	Stavební část	f_k na jedn.	A_k m ²	U_k W/m ² K	$f_k \cdot A_k \cdot U_k$ W/K
SO1	Stěna vnější, zateplená (bez okna)	1,00	19,940	0,120	2,39
SO2	Stěna vnější, zateplená (s oknem)	1,00	10,260	0,120	1,23
SN1	Stěna vnitřní (do chodby)	0,80	11,804	1,005	9,49
OZ	Okno zdvojené	1,00	4,000	1,200	4,80
DN	Dveře vnitřní	0,80	1,576	2,000	2,52
STR	Střecha	1,00	13,260	0,160	2,12
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem		$H_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k$ W/K			22,56
Celková tepelná ztráta prostupem		$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W			722
Infiltrace obvodovým pláštěm budovy					
Vnitřní objem		V_i	m ³	39,8	
Intenzita výměny vzduchu		n_{50}	h ⁻¹	2,0	
Stínící činitel		e_i	-	0,01	
Výškový korekční činitel		ϵ_i	-	1,2	
Celková infiltrace obvodovým pláštěm budovy		$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$ m ³ /h			2
Tepelné ztráty větráním					
Celkový součinitel tepelné ztráty větráním		$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{inf,i}$ W/K			0,65
Celková tepelná ztráta větráním		$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W			21
Celková tepelná ztráta větráním a prostupem		$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$ W			743
Korekční činitel na vyšší teplotu		$f_{\Delta\theta}$	na jedn.	1,0	
Návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem		$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i}$ W			743
Zátopový tepelný výkon					
Podlahová plocha		A_i	m ²	13,3	
Zátopový součinitel		f_{RH}	W/m ²	9,0	
Celkový zátopový tepelný výkon		$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$ W			119
Návrhový tepelný výkon		$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$ W			862

P1 – Tepelné ztráty (pokračování)

Označení místnosti: K07 - Kancelář						
Teplotní údaje						
Výpočtová venkovní teplota		θ _e	°C	-12,0		
Výpočtová vnitřní teplota		θ _{int,i}	°C	20,0		
Výpočtový teplotní rozdíl		θ _{int,i} - θ _e	°C	32,0		
Tepelné ztráty prostupem						
Kód	Stavební část	f _k	A _k	U _k	f _k *A _k *U _k	
		na jedn.	m ²	W/m ² K	W/K	
SO	Stěna vnější, zateplená	1,00	9,000	0,120	1,08	
SN	Stěna vnitřní (do chodby)	0,80	11,424	1,005	9,18	
OZ	Okno zdvojené	1,00	4,000	1,200	4,80	
DN	Dveře vnitřní	0,80	1,576	2,000	2,52	
STR	Střecha	1,00	13,260	0,160	2,12	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem			H _{T,i} =Σ _k *f _k *A _k *U _k		W/K	19,71
Celková tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} =H _{T,i} *(θ _{int,i} -θ _e)		W	631
Infiltrace obvodovým pláštěm budovy						
Vnitřní objem		V _i	m ³	39,8		
Intenzita výměny vzduchu		n ₅₀	h ⁻¹	2,0		
Stínící činitel		e _i	-	0,01		
Výškový korekční činitel		ε _i	-	1,2		
Celková infiltrace obvodovým pláštěm budovy			Ṡ _{inf,i} =2*V _i *n ₅₀ *e _i *ε _i		m ³ /h	2
Tepelné ztráty větráním						
Celkový součinitel tepelné ztráty větráním			H _{V,i} =0,34*Ṡ _{inf,i}		W/K	0,65
Celková tepelná ztráta větráním			Φ _{V,i} =H _{V,i} *(θ _{int,i} -θ _e)		W	21
Celková tepelná ztráta větráním a prostupem			Φ _{T,i} +Φ _{V,i}		W	651
Korekční činitel na vyšší teplotu		f _{Δθ}	na jedn.	1,0		
Návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem			Φ _i =(Φ _{T,i} +Φ _{V,i})*f _{Δθ,i}		W	651
Zátopový tepelný výkon						
Podlahová plocha		A _i	m ²	13,3		
Zátopový součinitel		f _{RH}	W/m ²	9,0		
Celkový zátopový tepelný výkon			Φ _{RH,i} =A _i *f _{RH}		W	119
Návrhový tepelný výkon			Φ _{HL,i} =Φ _i +Φ _{RH,i}		W	771

P1 – Tepelné ztráty (pokračování)

Označení místnosti: K08 - Kancelář sekretářky						
Teplovní údaje						
Výpočtová venkovní teplota		θ_e	°C	-12,0		
Výpočtová vnitřní teplota		$\theta_{int,i}$	°C	20,0		
Výpočtový teplotní rozdíl		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	32,0		
Tepelné ztráty prostupem						
Kód	Stavební část	f_k	A_k	U_k	$f_k \cdot A_k \cdot U_k$	
		na jedn.	m ²	W/m ² K	W/K	
SO	Stěna vnější, zateplená	1,00	9,000	0,120	1,08	
SN	Stěna vnitřní (do chodby)	0,80	11,424	1,005	9,18	
OZ	Okno zdvojené	1,00	4,000	1,200	4,80	
DN	Dveře vnitřní (do chodby)	0,80	1,576	2,000	2,52	
STR	Střecha	1,00	13,260	0,160	2,12	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem			$H_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k$		W/K	19,71
Celková tepelná ztráta prostupem			$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		W	631
Infiltrace obvodovým pláštěm budovy						
Vnitřní objem		V_i	m ³	39,8		
Intenzita výměny vzduchu		n_{50}	h ⁻¹	2,0		
Stínící činitel		e_i	-	0,01		
Výškový korekční činitel		ϵ_i	-	1,2		
Celková infiltrace obvodovým pláštěm budovy			$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$		m ³ /h	2
Tepelné ztráty větráním						
Celkový součinitel tepelné ztráty větráním			$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_{inf,i}$		W/K	0,65
Celková tepelná ztráta větráním			$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		W	21
Celková tepelná ztráta větráním a prostupem			$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$		W	651
Korekční činitel na vyšší teplotu		$f_{\Delta\theta}$	na jedn.	1,0		
Návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem			$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i}$		W	651
Zátopový tepelný výkon						
Podlahová plocha		A_i	m ²	13,3		
Zátopový součinitel		f_{RH}	W/m ²	9,0		
Celkový zátopový tepelný výkon			$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$		W	119
Návrhový tepelný výkon			$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$		W	771

P1 – Tepelné ztráty (pokračování)

Označení místnosti: K09 - Kancelář ředitele					
Teplovní údaje					
Výpočtová venkovní teplota		θ_e	°C	-12,0	
Výpočtová vnitřní teplota		$\theta_{int,i}$	°C	20,0	
Výpočtový teplotní rozdíl		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	32,0	
Tepelné ztráty prostupem					
Kód	Stavební část	f_k	A_k	U_k	$f_k \cdot A_k \cdot U_k$
		na jedn.	m²	W/m²K	W/K
SO	Stěna vnější, zateplená	1,00	15,920	0,120	1,91
SN	Stěna vnitřní (do chodby)	0,80	20,344	1,005	16,36
OZ	Okno zdvojené	1,00	6,000	1,200	7,20
DN	Dveře vnitřní (do chodby)	0,80	1,576	2,000	2,52
STR	Střecha	1,00	23,117	0,160	3,70
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem			$H_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k$	W/K	31,69
Celková tepelná ztráta prostupem			$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		W
Infiltrace obvodovým pláštěm budovy					
Vnitřní objem		V_i	m³	69,3	
Intenzita výměny vzduchu		n_{50}	h⁻¹	2,0	
Stínící činitel		e_i	-	0,01	
Výškový korekční činitel		ϵ_i	-	1,2	
Celková infiltrace obvodovým pláštěm budovy			$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$	m³/h	3
Tepelné ztráty větráním					
Celkový součinitel tepelné ztráty větráním			$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{inf,i}$	W/K	1,13
Celková tepelná ztráta větráním			$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		W
Celková tepelná ztráta větráním a prostupem			$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$		W
Korekční činitel na vyšší teplotu		$f_{\Delta\theta}$	na jedn.	1,0	
Návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem			$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i}$		W
Zátopový tepelný výkon					
Podlahová plocha		A_i	m²	23,1	
Zátopový součinitel		f_{RH}	W/m²	9,0	
Celkový zátopový tepelný výkon			$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$		W
Návrhový tepelný výkon			$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$		W

P1 – Tepelné ztráty (pokračování)

Označení místnosti: K10 - Zasedací sál					
Teplovní údaje					
Výpočtová venkovní teplota		θ_e	°C	-12,0	
Výpočtová vnitřní teplota		$\theta_{int,i}$	°C	20,0	
Výpočtový teplotní rozdíl		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	32,0	
Tepelné ztráty prostupem					
Kód	Stavební část	f_k	A_k	U_k	$f_k \cdot A_k \cdot U_k$
		na jedn.	m ²	W/m ² K	W/K
SN1	Stěna vnitřní (do chodby)	0,80	16,045	1,005	12,90
SO	Stěna vnější, zateplená (bez oken)	1,00	19,420	0,120	2,33
SO	Stěna vnější, zateplená (s okny)	1,00	26,940	0,120	3,23
SN2	Stěna vnitřní (do kuchyňky)	0,80	16,964	1,005	13,64
OZ1	Okno zdvojené	1,00	6,000	1,200	7,20
OZ2	Okno zdvojené	1,00	6,000	1,200	7,20
DN1	Dveře vnitřní (do chodby)	0,80	2,955	2,000	4,73
DN2	Dveře vnitřní (do kuchyňky)	0,80	1,576	2,000	2,52
STR	Střecha	1,00	39,339	0,160	6,29
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem		$H_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k$		W/K	60,05
Celková tepelná ztráta prostupem		$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			W
Infiltrace obvodovým pláštěm budovy					
Vnitřní objem		V_i	m ³	118,0	
Intenzita výměny vzduchu		n_{50}	h ⁻¹	2,0	
Stínící činitel		e_i	-	0,02	
Výškový korekční činitel		ϵ_i	-	1,2	
Celková infiltrace obvodovým pláštěm budovy		$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$			m ³ /h
Tepelné ztráty větráním					
Celkový součinitel tepelné ztráty větráním		$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_{inf,i}$		W/K	3,85
Celková tepelná ztráta větráním		$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			W
Celková tepelná ztráta větráním a prostupem		$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$			W
Korekční činitel na vyšší teplotu		$f_{\Delta\theta}$	na jedn.	1,0	
Návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem		$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i}$			W
Zátopový tepelný výkon					
Podlahová plocha		A_i	m ²	39,3	
Zátopový součinitel		f_{RH}	W/m ²	9,0	
Celkový zátopový tepelný výkon		$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$			W
Návrhový tepelný výkon		$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$			W

P1 – Tepelné ztráty (pokračování)

Označení místnosti: K12 - Kancelář						
Teplovní údaje						
Výpočtová venkovní teplota		θ _e	°C	-12,0		
Výpočtová vnitřní teplota		θ _{int,i}	°C	20,0		
Výpočtový teplotní rozdíl		θ _{int,i} - θ _e	°C	32,0		
Tepelné ztráty prostupem						
Kód	Stavební část	f _k	A _k	U _k	f _k *A _k *U _k	
		na jedn.	m ²	W/m ² K	W/K	
SN1	Stěna vnitřní (do chodby)	0,80	18,424	1,005	14,81	
SN2	Stěna vnitřní (do kuchyňky)	0,80	18,540	1,005	14,91	
SO	Stěna vnější, zateplená	1,00	16,000	0,120	1,92	
OZ	Okno zdvojené	1,00	4,000	1,200	4,80	
DN	Dveře vnitřní	0,80	1,576	2,000	2,52	
STR	Střecha	1,00	20,378	0,160	3,26	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem			H _{T,i} =Σ _k *f _k *A _k *U _k		W/K	42,22
Celková tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} =H _{T,i} *(θ _{int,i} -θ _e)		W	1351
Infiltrace obvodovým pláštěm budovy						
Vnitřní objem		V _i	m ³	61,1		
Intenzita výměny vzduchu		n ₅₀	h ⁻¹	2,0		
Stínící činitel		e _i	-	0,01		
Výškový korekční činitel		ε _i	-	1,2		
Celková infiltrace obvodovým pláštěm budovy			V̇ _{inf,i} =2*V _i *n ₅₀ *e _i *ε _i		m ³ /h	3
Tepelné ztráty větráním						
Celkový součinitel tepelné ztráty větráním			H _{V,i} =0,34*V̇ _{inf,i}		W/K	1,00
Celková tepelná ztráta větráním			Φ _{V,i} =H _{V,i} *(θ _{int,i} -θ _e)		W	32
Celková tepelná ztráta větráním a prostupem			Φ _{T,i} +Φ _{V,i}		W	1383
Korekční činitel na vyšší teplotu		f _{Δθ}	na jedn.	1,0		
Návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem			Φ _i =(Φ _{T,i} +Φ _{V,i})*f _{Δθ,i}		W	1383
Zátopový tepelný výkon						
Podlahová plocha		A _i	m ²	20,4		
Zátopový součinitel		f _{RH}	W/m ²	9,0		
Celkový zátopový tepelný výkon			Φ _{RH,i} =A _i *f _{RH}		W	183
Návrhový tepelný výkon			Φ _{HL,i} =Φ _i +Φ _{RH,i}		W	1566

P1 – Tepelné ztráty (pokračování)

Označení místnosti: K13 - Kancelář					
Teplotní údaje					
Výpočtová venkovní teplota		θ_e	°C	-12,0	
Výpočtová vnitřní teplota		$\theta_{int,i}$	°C	20,0	
Výpočtový teplotní rozdíl		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	32,0	
Tepelné ztráty prostupem					
Kód	Stavební část	f_k	A_k	U_k	$f_k \cdot A_k \cdot U_k$
		na jedn.	m ²	W/m ² K	W/K
SN	Stěna vnitřní (do chodby)	0,80	18,804	1,005	15,12
SO1	Stěna vnější, zateplená (s oknem)	1,00	17,260	0,120	2,07
SO2	Stěna vnější, zateplená (bez okna)	1,00	19,420	0,120	2,33
OZ	Okno zdvojené	1,00	4,000	1,200	4,80
DN	Dveře vnitřní	0,80	1,576	2,000	2,52
STR	Střecha	1,00	20,378	0,160	3,26
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem		$H_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k$		W/K	30,10
Celková tepelná ztráta prostupem		$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			W
Infiltrace obvodovým pláštěm budovy					
Vnitřní objem		V_i	m ³	61,1	
Intenzita výměny vzduchu		n_{50}	h ⁻¹	2,0	
Stínící činitel		e_i	-	0,01	
Výškový korekční činitel		ϵ_i	-	1,2	
Celková infiltrace obvodovým pláštěm budovy		$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$			m ³ /h
Tepelné ztráty větráním					
Celkový součinitel tepelné ztráty větráním		$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{inf,i}$		W/K	1,00
Celková tepelná ztráta větráním		$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			W
Celková tepelná ztráta větráním a prostupem		$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$			W
Korekční činitel na vyšší teplotu		$f_{\Delta\theta}$	na jedn.	1,0	
Návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem		$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i}$			W
Zátopový tepelný výkon					
Podlahová plocha		A_i	m ²	20,4	
Zátopový součinitel		f_{RH}	W/m ²	9,0	
Celkový zátopový tepelný výkon		$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$			W
Návrhový tepelný výkon		$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$			W

P2 – Tepelná zátěž

Označení místnosti																
K04 - Plotrovná																
Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	hod	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů																
Tepelné zisky od lidí	\dot{Q}_l	62														W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	\dot{Q}_e	194														W
Tepelné zisky od ventilátorů	\dot{Q}_v	15														W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů																
Tepelné zisky prostupem okny	\dot{Q}_{ok}	0														W
Tepelné zisky oky sluneční radiací	\dot{Q}_{or}	0														W
Tepelné zisky prostupem stěnou	\dot{Q}_s	0														W
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	\dot{Q}_L	-165	-142	-113	-83	-53	-25	-2	18	30	33	30	18	-2	W	
Vázané teplo																
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	\dot{Q}_{iv}	81														W
Celková tepelná zátěž																
Tepelná zátěž klima. prostoru citelným teplem	\dot{Q}_{ic}	272														W
Tepelná zátěž klima. zařízení citelným teplem	\dot{Q}_c	107	130	158	188	218	247	270	290	302	305	302	290	270	W	
Celková tepelná zátěž	\dot{Q}_t	353														W

P2 – Tepelná zátěž (pokračování)

Označení místnosti																
K06 - Kancelář																
Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	hod	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů																
Tepelné zisky od lidí	\dot{Q}_l	62														W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	\dot{Q}_e	194														W
Tepelné zisky od ventilátorů	\dot{Q}_v	15														W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů																
Tepelné zisky prostupem okny	\dot{Q}_{ok}	-38	-31	-23	-14	-6	2	9	15	18	19	18	15	9	W	
Tepelné zisky oky sluneční radiací	\dot{Q}_{or}	18	26	36	63	19	125	140	125	97	63	36	26	18	W	
Tepelné zisky prostupem stěnou	\dot{Q}_s	23	22	20	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	W	
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	\dot{Q}_L	-165	-142	-113	-83	-53	-25	-2	18	30	33	30	18	-2	W	
Vázané teplo																
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	\dot{Q}_{iv}	81														W
Celková tepelná zátěž																
Tepelná zátěž klima. prostoru citelným teplem	\dot{Q}_{ic}	275	288	305	339	301	414	435	425	399	365	336	323	309	W	
Tepelná zátěž klima. zařízení citelným teplem	\dot{Q}_c	109	147	192	255	248	389	433	443	429	398	366	342	308	W	
Celková tepelná zátěž	\dot{Q}_t	356	369	386	420	382	495	516	506	480	446	417	404	390	W	

P2 – Tepelná zátěž (pokračování)

Označení místnosti																
K07 - Kancelář																
Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	hod	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů																
Tepelné zisky od lidí	\dot{Q}_l	62														W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	\dot{Q}_e	194														W
Tepelné zisky od ventilátorů	\dot{Q}_v	15														W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů																
Tepelné zisky prostupem okny	\dot{Q}_{ok}	-38	-31	-23	-14	-6	2	9	15	18	19	18	15	9	W	
Tepelné zisky oky sluneční radiací	\dot{Q}_{or}	18	26	36	63	19	125	140	125	97	63	36	26	18	W	
Tepelné zisky prostupem stěnou	\dot{Q}_s	7	6	5	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	W	
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	\dot{Q}_L	-165	-142	-113	-83	-53	-25	-2	18	30	33	30	18	-2	W	
Vázané teplo																
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	\dot{Q}_{iv}	81														W
Celková tepelná zátěž																
Tepelná zátěž klimati. prostoru citelným teplem	\dot{Q}_{ic}	258	272	290	325	289	402	424	415	390	356	328	315	301	W	
Tepelná zátěž klimati. zařízení citelným teplem	\dot{Q}_c	93	131	177	242	235	377	422	433	420	390	358	333	299	W	
Celková tepelná zátěž	\dot{Q}_i	339	353	371	406	370	483	505	496	471	437	409	396	382	W	

P2 – Tepelná zátěž (pokračování)

Označení místnosti																
K08 - Kancelář sekretářky																
Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	hod	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů																
Tepelné zisky od lidí	\dot{Q}_l	53														W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	\dot{Q}_e	194														W
Tepelné zisky od ventilátorů	\dot{Q}_v	15														W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů																
Tepelné zisky prostupem okny	\dot{Q}_{ok}	-38	-31	-23	-14	-6	2	9	15	18	19	18	15	9	W	
Tepelné zisky oky sluneční radiací	\dot{Q}_{or}	18	26	36	63	19	125	140	125	97	63	36	26	18	W	
Tepelné zisky prostupem stěnou	\dot{Q}_s	7	6	5	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	W	
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	\dot{Q}_L	-165	-142	-113	-83	-53	-25	-2	18	30	33	30	18	-2	W	
Vázané teplo																
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	\dot{Q}_{iv}	81														W
Celková tepelná zátěž																
Tepelná zátěž klima. prostoru citelným teplem	\dot{Q}_{ic}	249	263	281	316	280	393	415	405	380	347	319	306	292	W	
Tepelná zátěž klima. zařízení citelným teplem	\dot{Q}_c	84	121	167	233	226	368	413	424	410	380	349	324	290	W	
Celková tepelná zátěž	\dot{Q}_i	330	344	362	397	361	474	496	486	461	428	400	387	373	W	

P2 – Tepelná zátěž (pokračování)

Označení místnosti																
K09 - Kancelář ředitele																
Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	hod	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů																
Tepelné zisky od lidí	\dot{Q}_l	62														W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	\dot{Q}_e	247														W
Tepelné zisky od ventilátorů	\dot{Q}_v	15														W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů																
Tepelné zisky prostupem okny	\dot{Q}_{ok}	-57	-47	-35	-22	-9	4	14	22	27	29	27	22	14	W	
Tepelné zisky oky sluneční radiací	\dot{Q}_{or}	29	42	59	103	29	198	218	198	157	103	59	42	29	W	
Tepelné zisky prostupem stěnou	\dot{Q}_s	13	11	10	9	8	7	7	6	5	5	5	5	5	W	
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	\dot{Q}_L	-165	-142	-113	-83	-53	-25	-2	18	30	33	30	18	-2	W	
Vázané teplo																
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	\dot{Q}_{iv}	81														W
Celková tepelná zátěž																
Tepelná zátěž klima. prostoru citelným teplem	\dot{Q}_{ic}	309	330	358	414	352	534	563	550	514	461	415	393	372	W	
Tepelná zátěž klima. zařízení citelným teplem	\dot{Q}_c	144	188	245	331	299	508	561	569	544	495	445	411	370	W	
Celková tepelná zátěž	\dot{Q}_i	390	411	439	495	433	615	644	631	595	542	496	474	453	W	

P2 – Tepelná zátěž (pokračování)

Označení místnosti																
K10 - Zasedací sál																
Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	hod	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů																
Tepelné zisky od lidí	\dot{Q}_l	620														W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	\dot{Q}_e	370														W
Tepelné zisky od ventilátorů	\dot{Q}_v	153														W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů																
Tepelné zisky prostupem okny	\dot{Q}_{ok}	-114	-94	-69	-43	-17	7	27	45	55	58	55	45	27	W	
Tepelné zisky oky sluneční radiací	\dot{Q}_{or}	57	84	107	126	140	150	0	205	374	527	596	551	371	2	
Tepelné zisky prostupem stěnou	\dot{Q}_s	55	48	39	31	26	24	23	21	19	18	17	17	17	W	
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	\dot{Q}_L	-820	-704	-563	-414	-265	-124	-8	91	149	166	149	91	-8	W	
Vázané teplo																
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	\dot{Q}_{iv}	806														W
Celková tepelná zátěž																
Tepelná zátěž klima. prostoru citelným teplem	\dot{Q}_{ic}	1140	1181	1220	1256	1292	1324	1192	1413	1591	1746	1811	1756	1558	W	
Tepelná zátěž klima. zařízení citelným teplem	\dot{Q}_c	320	477	657	842	1027	1200	1184	1504	1740	1911	1960	1847	1550	W	
Celková tepelná zátěž	\dot{Q}_i	1946	1987	2026	2062	2098	2130	1998	2219	2397	2552	2617	2562	2364	W	

P2 – Tepelná zátěž (pokračování)

Označení místnosti																
K12 - Kancelář																
Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	hod	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů																
Tepelné zisky od lidí	\dot{Q}_l	124														W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	\dot{Q}_e	389														W
Tepelné zisky od ventilátorů	\dot{Q}_v	31														W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů																
Tepelné zisky prostupem okny	\dot{Q}_{ok}	-38	-31	-23	-14	-6	2	9	15	18	19	18	15	9	W	
Tepelné zisky oky sluneční radiací	\dot{Q}_{or}	18	26	34	40	44	47	0	63	117	167	191	178	119	W	
Tepelné zisky prostupem stěnou	\dot{Q}_s	20	18	15	10	8	8	7	6	6	5	5	5	5	W	
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	\dot{Q}_L	-330	-284	-227	-167	-107	-50	-3	37	60	67	60	37	-3	W	
Vázané teplo																
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	\dot{Q}_{iv}	161														W
Celková tepelná zátěž																
Tepelná zátěž klima. prostoru citelným teplem	\dot{Q}_{ic}	543	557	570	580	590	600	559	628	684	735	757	741	676	W	
Tepelná zátěž klima. zařízení citelným teplem	\dot{Q}_c	213	273	343	413	483	550	556	664	744	801	817	778	673	W	
Celková tepelná zátěž	\dot{Q}_i	704	718	731	741	751	761	720	789	845	896	918	902	837	W	

P2 – Tepelná zátěž (pokračování)

Označení místnosti																
K13 - Kancelář																
Pracovní doba	T	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	hod	
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů																
Tepelné zisky od lidí	\dot{Q}_l	105														W
Tepelné zisky od elektronických zařízení	\dot{Q}_e	389														W
Tepelné zisky od ventilátorů	\dot{Q}_v	31														W
Tepelné zisky od vnějších zdrojů																
Tepelné zisky prostupem okny	\dot{Q}_{ok}	-38	-31	-23	-14	-6	2	9	15	18	19	18	15	9	W	
Tepelné zisky oky sluneční radiací	\dot{Q}_{or}	18	26	34	40	44	47	0	63	117	167	191	178	119	W	
Tepelné zisky prostupem stěnou	\dot{Q}_s	43	40	33	23	18	17	15	14	13	12	11	11	11	W	
Tepelné zisky přívodem venkovního vzduchu	\dot{Q}_L	-330	-284	-227	-167	-107	-50	-3	37	60	67	60	37	-3	W	
Vázané teplo																
Tepelná zátěž klima. prostoru vázaným teplem	\dot{Q}_{iv}	161														W
Celková tepelná zátěž																
Tepelná zátěž klima. prostoru citelným teplem	\dot{Q}_{ic}	548	560	569	574	581	590	549	616	672	722	745	729	664	W	
Tepelná zátěž klima. zařízení citelným teplem	\dot{Q}_c	218	277	342	407	474	540	546	653	732	789	805	765	660	W	
Celková tepelná zátěž	\dot{Q}_i	709	721	730	735	742	751	710	777	833	883	906	890	825	W	

P3 – Rozpis materiálů

Koncové prvky			
Pozice	Název	Rozměr	Počet kusů
1.01	ALCM 250 H/P/R TPM 009/97	250x250x250	2
1.02	ALCM 400 U/P/R TPM 009/97	400x400x300	4
1.03	ALCM 250 L/P/R TPM 009/97	250x250x250	2
1.04	ALCM 300 U/P/R TPM 009/97	300x300x250	3
1.05	ALCM 500 -/O/R TPM 003/97	500x500x350	7
1.06	ALCM 300 -/O/R TPM 009/97	300x300x250	1

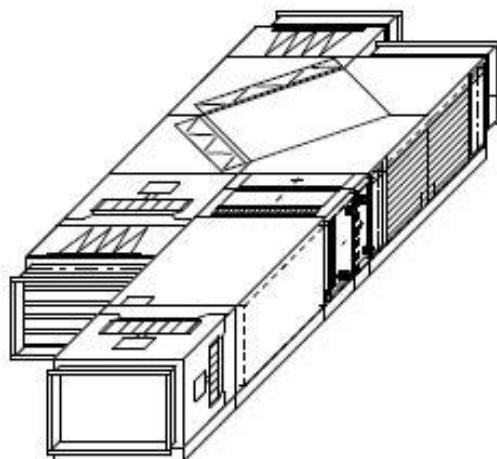
Potrubí a tvarovky pro přívod vzduchu			
Pozice	Název	Rozměr	Počet kusů
1.10	Rozbočka oboustranná 90° (D1/D2/D3)	160/125/125	1
1.11	Spiro potrubí (D/L)	160/1480	1
1.12	Oblouk 90° (D)	160	1
1.13	Spiro potrubí (D/L)	160/1500	3
1.14	Spiro potrubí (D/L)	160/165	1
1.15	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	224/160/180	1
1.16	Spiro potrubí (D/L)	224/1500	1
1.17	Spiro potrubí (D/L)	224/1480	1
1.18	Rozbočka oboustranná 90° (D1/D2/D3)	280/224/200	1
1.19	Spiro potrubí (D/L)	280/1500	5
1.20	Spiro potrubí (D/L)	280/1390	1
1.21	Přechod (D1-D2)	280-250	2
1.22	Spiro potrubí (D/L)	280/1380	1
1.23	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	315/280/160	1
1.24	Spiro potrubí (D/L)	315/1500	8
1.25	Spiro potrubí (D/L)	315/200	1
1.26	Spiro potrubí (D/L)	315/1390	1
1.27	Oblouk 90° (D)	315	2
1.28	Spiro potrubí (D/L)	315/750	1
1.29	Rozbočka oboustranná 90° (D1/D2/D3)	400/315/315	1
1.30	Odskok (D/L/V)	400/425/20	1
1.31	Odskok (D/L/V)	400/260/20	1
1.32	Přechod kruhové - čtyřhranné (D-AxB)	400-425x275	1
1.33	Čtyřhranné potrubí (AxB/L)	425x275/570	1
1.34	Koleno 90° (AxB)	425x275	1
1.35	Čtyřhranné potrubí (AxB/L)	425x275/350	1
1.36	Odskok (AxB/LxV)	425x275/500x400	1
1.37	Čtyřhranné potrubí (AxB/L)	425x275/810	1
1.38	Přechod (AxB-BxC)	425x275-630x350	1
1.39	Čtyřhranné potrubí (AxB/L)	630x350/440	1
1.40	Spiro potrubí (D/L)	200/1500	5
1.41	Spiro potrubí (D/L)	200/370	1
1.42	Oblouk 90° (D)	200	2
1.43	Spiro potrubí (D/L)	200/895	1

1.44	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	224/200/112	1
1.45	Spiro potrubí (D/L)	224/1400	1
1.46	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	250/224/112	1
1.47	Spiro potrubí (D/L)	250/1500	2
1.48	Spiro potrubí (D/L)	250/340	1
1.49	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	280/250/140	1
1.50	Spiro potrubí (D/L)	250/1520	1
1.51	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	300/280/140	1
1.52	Spiro potrubí (D/L)	300/1500	1
1.53	Spiro potrubí (D/L)	300/1520	1
1.54	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	315/300/140	1
1.55	Spiro potrubí (D/L)	315/970	1
1.56	Spiro potrubí (D/L)	315/1100	1
1.57	Spiro potrubí (D/L)	315/730	1
1.58	Spiro potrubí (D/L)	160/300	1
1.59	Flexi hadice (D/L)	125/540	2
1.60	Flexi hadice (D/L)	180/440	1
1.61	Flexi hadice (D/L)	200/1400	1
1.62	Flexi hadice (D/L)	160/570	1
1.63	Flexi hadice (D/L)	200/2500	1
1.64	Flexi hadice (D/L)	112/500	2
1.65	Flexi hadice (D/L)	140/460	1
1.66	Flexi hadice (D/L)	140/450	1
1.67	Flexi hadice (D/L)	140/440	1
1.68	Flexi hadice (D/L)	250/1000	1
1.69	Regulační klapka RKKM 160 S - .01 TPM 030/03	160	1
1.70	Regulační klapka RKKM 315 S - .01 TPM 030/03	315	1
1.71	Protipožární klapka FDCM S 315 - .04 TPM 083/12	315	2
1.72	Tlumič hluku SMR-50 400/600 TPM 112/15	400	1
1.73	Protidešťová žaluzie (AxB)	630x350	1

Potrubí a tvarovky pro odvod vzduchu			
Pozice	Název	Rozměr	Počet kusů
1.77	Čtyřhranné potrubí (AxB/L)	425x275/100	1
1.78	Přechod čtyřhranné - kruhové (AxB-D)	425x275-315	1
1.79	Oblouk 90° (D)	315	1
1.80	Oblouk 90° (D)	200	1
1.81	Spiro potrubí (D/L)	200/3000	1
1.82	Spiro potrubí (D/L)	200/950	1
1.83	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	200/280/200	1
1.84	Spiro potrubí (D/L)	280/2300	1
1.85	Přechod (D1-D2)	280-250	2
1.86	Spiro potrubí (D/L)	280/470	1
1.87	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	280/315/200	1
1.88	Spiro potrubí (D/L)	315/1400	2
1.89	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	315/315/112	1

1.90	Spiro potrubí (D/L)	315/1235	1
1.91	Rozbočka oboustranná 90° (D1/D2/D3)	355/315/200	1
1.92	Spiro potrubí (D/L)	355/1630	5
1.93	Odbočka 90° (D1/D2/D3)	355/355/200	2
1.94	Spiro potrubí (D/L)	355/1560	1
1.95	Rozbočka oboustranná 90° (D1/D2/D3)	355/355/200	1
1.96	Spiro potrubí (D/L)	355/190	1
1.97	Spiro potrubí (D/L)	355/450	1
1.98	Spiro potrubí (D/L)	355/500	1
1.99	Oblouk 90° (D)	355	1
2.01	Spiro potrubí (D/L)	355/860	1
2.02	Přechod kruhové - čtyřhranné (D-AxB)	355-425x275	1
2.03	Oblouk 90° (D)	112	1
2.04	Spiro potrubí (D/L)	122/1500	2
2.05	Spiro potrubí (D/L)	122/530	1
2.06	Spiro potrubí (D/L)	200/150	4
2.07	Flexi hadice (D/L)	200/520	3
2.08	Flexi hadice (D/L)	250/1000	1
2.09	Flexi hadice (D/L)	112/1830	1
2.10	Flexi hadice (D/L)	200/700	1
2.11	Flexi hadice (D/L)	200/120	3
2.12	Regulační klapka RKKM 200 S - .01 TPM 030/03	200	4
2.13	Tlumič hluku SMR-50 355/600 TPM 112/15	355	1
2.14	Protipožární klapka FDCM S 355 - .04 TPM 083/12	355	1
2.15	Axiální ventilátor (D)	206	1
2.16	Výfuková hlavice (D/H)	315/680	1

Pohled z perspektivy



Technická data - přívodní části

Koncový panel

s velkým otvorem	Klapka	0 Pa
------------------	--------	------

Filtrační komora

kapsový filtr:	G4 - 360	1 Pa
Tlaková rezerva:	Na zanesení filtrů	50 Pa
Ene. n. filtru dle EN779:2011		
Složení filtrů:	2 / 402 x 490	

Rekupační komora

Desková	Bypass a směšování	0 Pa
Přívod:	700 m3/h	-12.0°C, 99%/-12.0°C
Odvod:	2550 m3/h	12.0°C, 50%/12.0°C
Statická účinnost: 0%	Tepelný zisk: 0.0 kW	
Příslušenství:	Sifon pro odvod kondenzátu	2 ks

Ohřívací komora

Vodní	jednořadá	0 Pa
Vzduch:	2430 m3/h	17.0/35.0°C
Přípojka topného média G:	1"	Výkon: 14.7 kW
Médium: voda	80/60°C	Průtok: 0.000 m3/h
		0.0 kPa

Chladicí komora

Vodní	dvouřadá	0 Pa
Vzduch:	2430 m3/h	27.0/20.0°C
Eliminátor kapek	10 Pa	
Přípojka chladicího média G	1"	Výkon: 7.7 kW
Médium: voda	6/0°C	Průtok: 0.000 m3/h
Entalpie	63.0/53.5 kJ/kg	0.0 kPa
Příslušenství:	Sifon pro odvod kondenzátu	1 ks

Zvlhčovací komora

Parní	bez zvlhčovače	1 Pa
Příslušenství:	Sifon pro odvod kondenzátu	1 ks

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem			1 Pa
Vzduch:	2430 m ³ /h	Externí tlaková ztráta:	170 Pa
Ventilátor: RH22C	Otáčky: 4481 ot/min	Statická účinnost: 22.60%	Výkon: 0.5 kW
Dynamický tlak:	133 Pa	Celkový tlak:	365 Pa
Motor: 2P080M2	Napětí: 230/400 V	Zapojení: D/Y	Proud: 3.87/2.24 A
SFP: 1.030 kW/(m ³ /s), SFP3	Otáčky: 2880 ot/min	Krytí: IP55	Výkon: 1,1 kW
Prac. bod ventilátoru:	79 Hz (max. 88 Hz)	Ochrana motoru:	neosazena
Frekvenční měnič:	1x230V=>3x230V, 1.5 kW,	Kryty svorek:	1.5 kW, 3f-2.2kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Do okolí	40.0	41.0	46.0	52.0	50.0	47.0	35.0	34.0	54.1
Do sání	48.0	53.0	57.0	67.0	71.0	78.0	68.0	61.0	80.2
Do výtlaku	50.0	57.0	66.0	78.0	82.0	87.0	80.0	76.0	89.9

Technická data - odvodní části

Koncový panel

s velkým otvorem	Klapka	1 Pa
------------------	--------	------

Filtrační komora

kapsový filtr:	G4 - 360	15 Pa
Tlaková rezerva:	Na zanesení filtrů	50 Pa
Ene. n. filtru dle EN779:2011		
Složení filtrů:	2 / 402 x 490	

Ventilátorová komora

s volným oběžným kolem			1 Pa
Vzduch:	2550 m ³ /h	Externí tlaková ztráta:	160 Pa
Ventilátor: RH22C	Otáčky: 4691 ot/min	Statická účinnost: 20.76%	Výkon: 0.6 kW
Dynamický tlak:	146 Pa	Celkový tlak:	372 Pa
Motor: 2P080M2	Napětí: 230/400 V	Zapojení: D/Y	Proud: 3.87/2.24 A
SFP: 1.092 kW/(m ³ /s), SFP3	Otáčky: 2880 ot/min	Krytí: IP55	Výkon: 1,1 kW
Prac. bod ventilátoru:	82 Hz (max. 88 Hz)	Ochrana motoru:	neosazena
Frekvenční měnič:	1x230V=>3x230V, 1.5 kW,	Kryty svorek:	1.5 kW, 3f-2.2kW

Hladiny akustických výkonů

pásmo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Do okolí	41.0	41.0	47.0	53.0	51.0	48.0	36.0	35.0	55.1
Do sání	49.0	54.0	62.0	72.0	77.0	82.0	74.0	69.0	84.8
Do výtlaku	51.0	57.0	67.0	79.0	83.0	88.0	81.0	77.0	91.1

Rekuperační komora

Desková	viz přívod	0 Pa
---------	------------	------

Koncový panel

s velkým otvorem	Klapka	1 Pa
------------------	--------	------